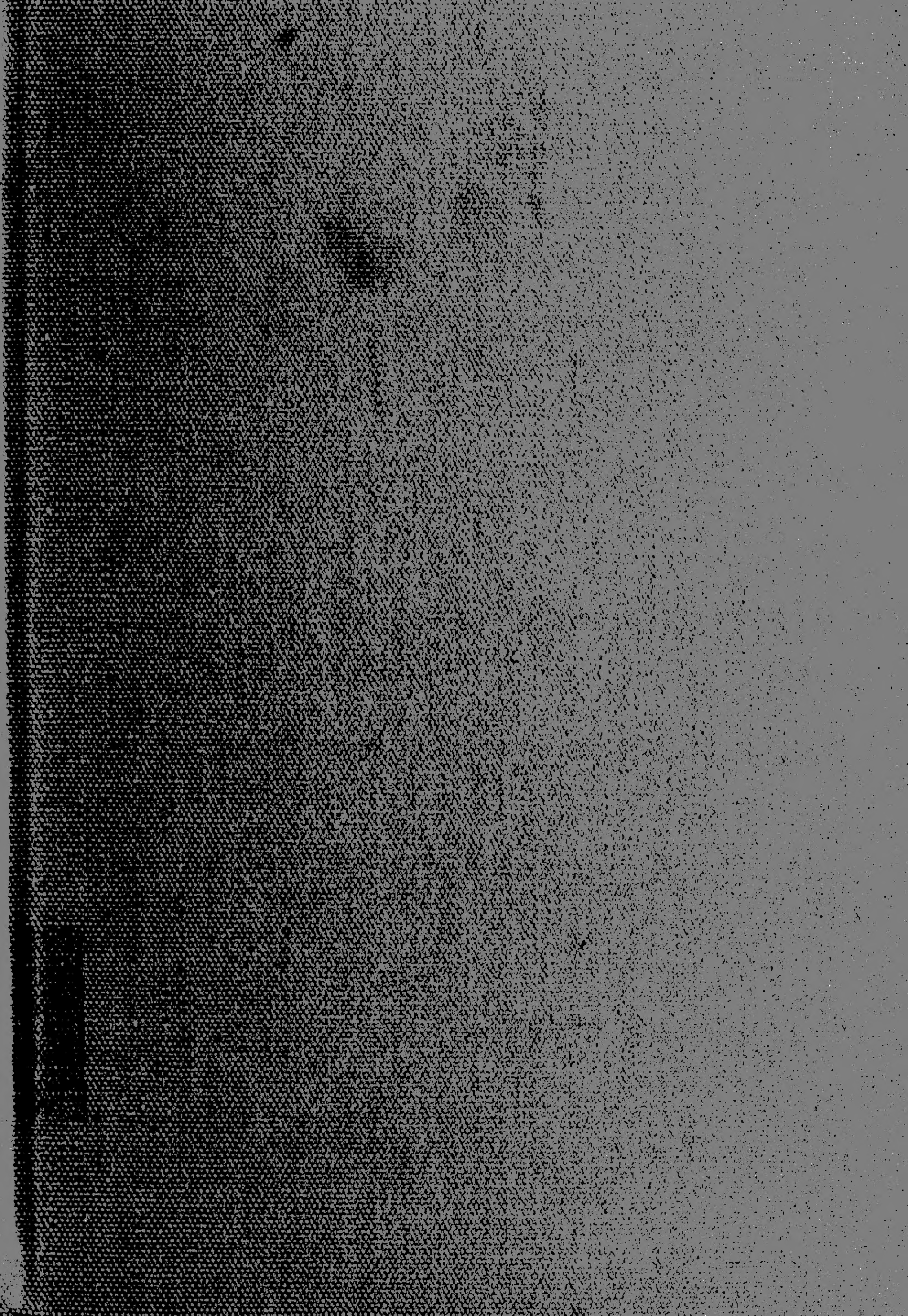
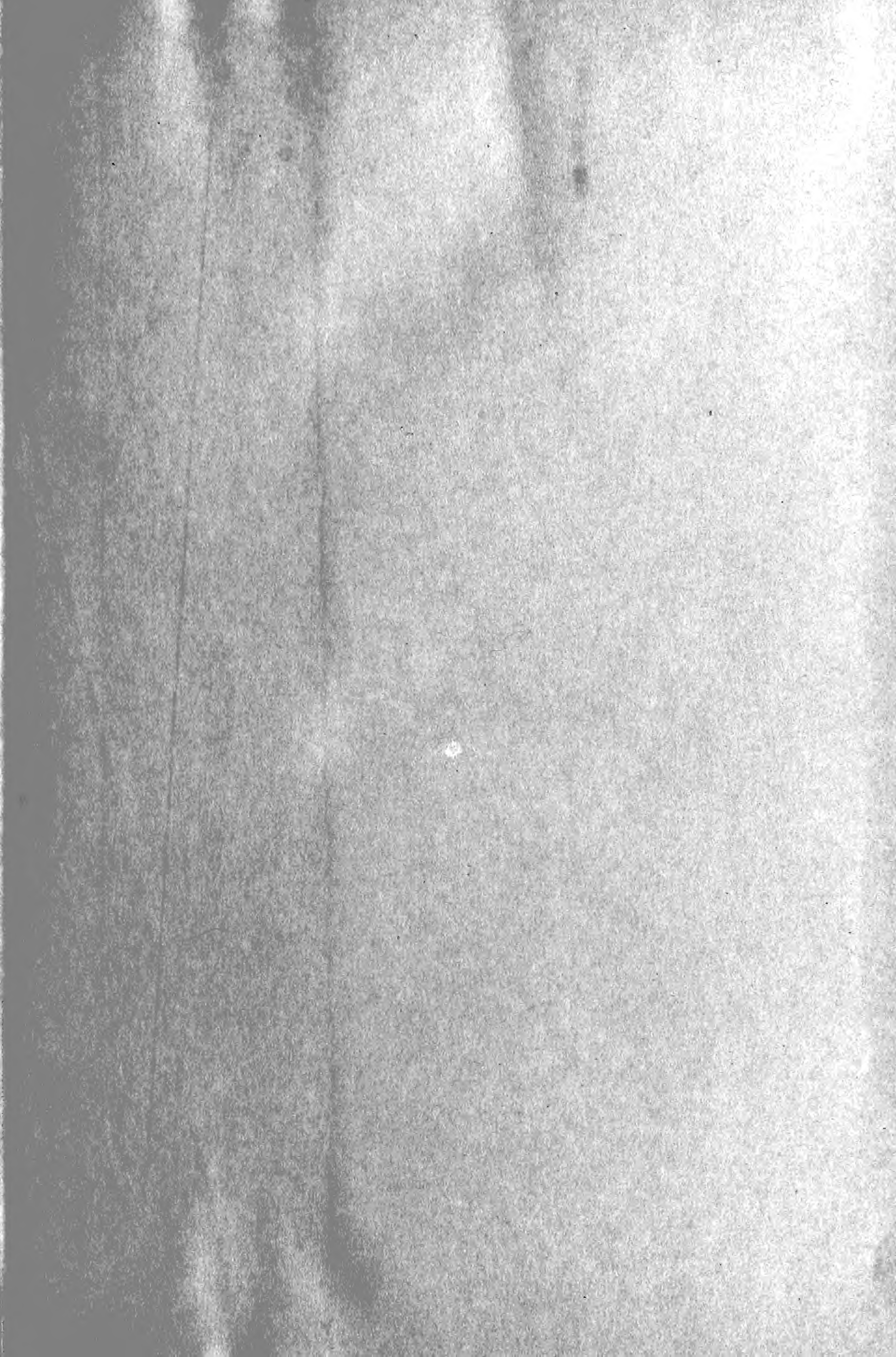
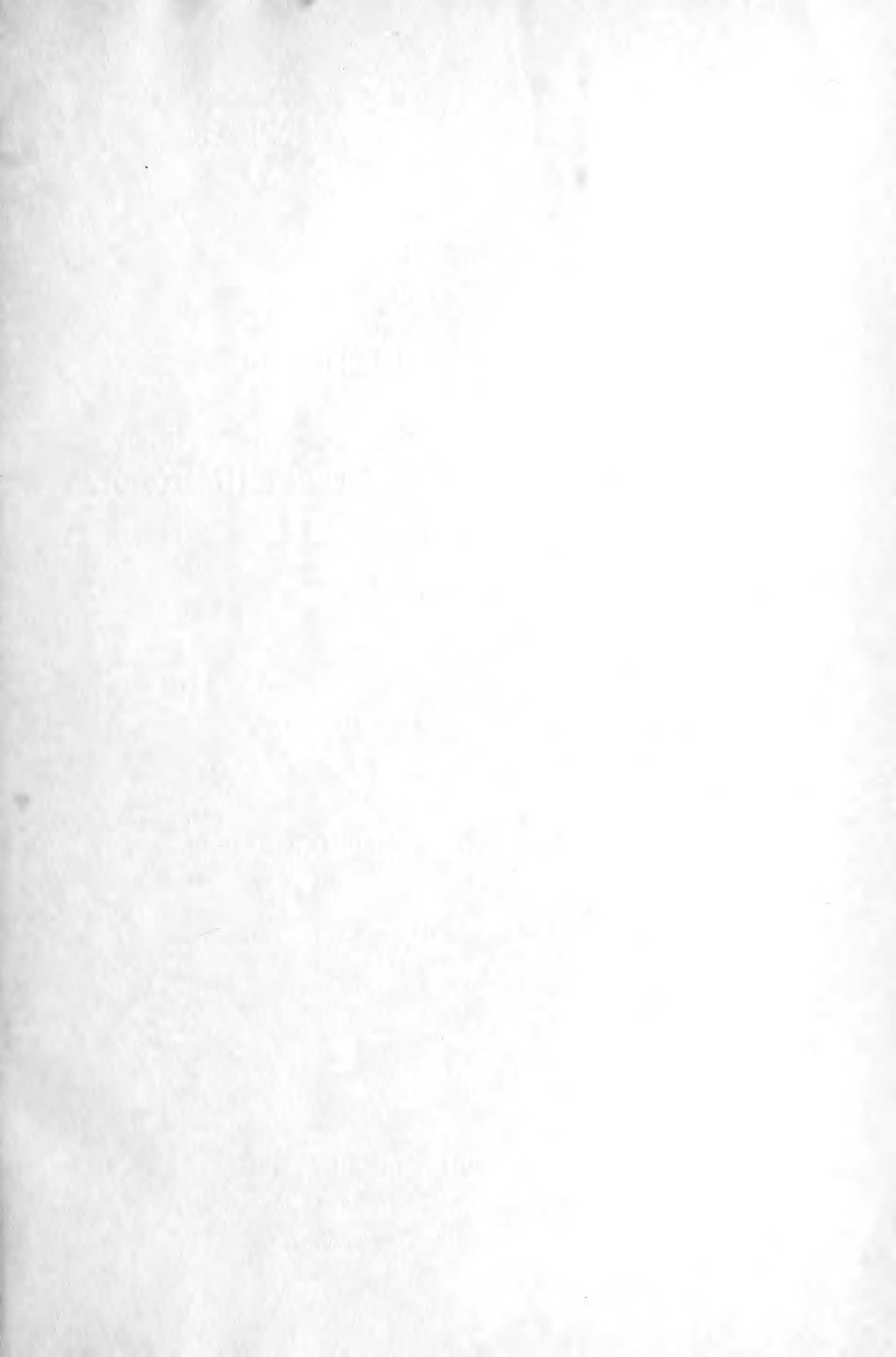










SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

JAHRGANG 1903.

ERSTER HALBBAND. JANUAR BIS JUNI.

STÜCK I—XXXIII MIT ZWEI TAFELN
UND DEM VERZEICHNISS DER MITGLIEDER AM 1. JANUAR 1903.

BERLIN 1903.
VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.



23. Sept. '05 1P

INHALT.

Inhalt.

VERZEICHNISS

DER

MITGLIEDER DER AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

AM 1. JANUAR 1903.

I. BESTÄNDIGE SECRETARE.

	Gewählt von der	Datum der Königl. Bestätigung
Hr. *Auwers*	phys.-math. Classe	1878 April 10.
- *Vahlen*	phil.-hist. -	1893 April 5.
- *Diels*	phil.-hist. -	1895 Nov. 27.
- *Waldeyer*	phys.-math. -	1896 Jan. 20.

II. ORDENTLICHE MITGLIEDER

der physikalisch-mathematischen Classe	der philosophisch-historischen Classe	Datum der Königlichen Bestätigung
	Hr. *Theodor Mommsen*	1858 April 27.
	- *Adolf Kirchhoff*	1860 März 7.
Hr. *Arthur Auwers*		1866 Aug. 18.
	- *Johannes Vahlen*	1874 Dec. 16.
	- *Eberhard Schrader*	1875 Juni 14.
	- *Alexander Conze*	1877 April 23.
- *Simon Schwendener*		1879 Juli 13.
- *Hermann Munk*		1880 März 10.
	- *Adolf Tobler*	1881 Aug. 15.
	- *Hermann Diels*	1881 Aug. 15.
- *Hans Landolt*		1881 Aug. 15.
- *Wilhelm Waldeyer*		1884 Febr. 18.
	- *Heinrich Brunner*	1884 April 9.
- *Franz Eilhard Schulze*		1884 Juni 21.

Ordentliche Mitglieder

der physikalisch-mathematischen Classe	der philosophisch-historischen Classe	Datum der Königlichen Bestätigung
	Hr. *Otto Hirschfeld*	1885 März 9.
Hr. *Wilhelm von Bezold*		1886 April 5.
	- *Eduard Sachau*	1887 Jan. 24.
	- *Gustav Schmoller*	1887 Jan. 24.
	- *Wilhelm Dilthey*	1887 Jan. 24.
- *Karl Klein*		1887 April 6.
- *Karl Möbius*		1888 April 30.
	- *Ulrich Köhler*	1888 Dec. 19.
- *Adolf Engler*		1890 Jan. 29.
	- *Adolf Harnack*	1890 Febr. 10.
- *Hermann Karl Vogel*		1892 März 30.
- *Hermann Amandus Schwarz*		1892 Dec. 19.
- *Georg Frobenius*		1893 Jan. 14.
- *Emil Fischer*		1893 Febr. 6.
- *Oskar Hertwig*		1893 April 17.
- *Max Planck*		1894 Juni 11.
	- *Karl Stumpf*	1895 Febr. 18.
	- *Erich Schmidt*	1895 Febr. 18.
	- *Adolf Erman*	1895 Febr. 18.
- *Friedrich Kohlrausch*		1895 Aug. 13.
- *Emil Warburg*		1895 Aug. 13.
- *Jakob Heinrich van't Hoff*		1896 Febr. 26.
	- *Reinhold Koser*	1896 Juli 12.
	- *Max Lenz*	1896 Dec. 14.
- *Theodor Wilhelm Engelmann*		1898 Febr. 14.
	- *Reinhard Kekule von Stradonitz*	1898 Juni 9.
Ferdinand Frhr. *von Richthofen*		1899 Mai 3.
	- *Ulrich von Wilamowitz-Moellendorff*	1899 Aug. 2.
Hr. *Wilhelm Branco*		1899 Dec. 18.
- *Robert Helmert*		1900 Jan. 31.
- *Friedrich von Hefner-Alteneck*		1901 Jan. 14.
- *Heinrich Müller-Breslau*		1901 Jan. 14.
	- *Heinrich Zimmer*	1902 Jan. 13.
	- *Heinrich Dressel*	1902 Mai 9.
	- *Konrad Burdach*	1902 Mai 9.
	- *Richard Pischel*	1902 Juli 13.

(Die Adressen der Mitglieder s. S. VIII.)

III. AUSWÄRTIGE MITGLIEDER

der physikalisch-mathematischen Classe	der philosophisch-historischen Classe	Datum der Königlichen Bestätigung
	Hr. *Otto von Böhtlingk* in Leipzig	1885 Nov. 30.
Hr. *Albert von Koelliker* in Würzburg		1892 März 16.
	- *Eduard Zeller* in Stuttgart	1895 Jan. 14.
Sir *George Gabriel Stokes* in Cambridge		1899 Mai 22.
	Hr. *Theodor Nöldeke* in Strassburg	1900 März 5.
	- *Friedrich Imhoof-Blumer* in Winterthur	1900 März 5.
	- *Theodor von Sickel* in Meran	1900 März 5.
	- *Gaston Paris* in Paris	1900 März 5.
	- *Pasquale Villari* in Florenz	1900 März 5.
	- *Franz Bücheler* in Bonn	1900 März 5.
Hr. *Wilhelm Hittorf* in Münster i. W.		1900 März 5.
Lord *Kelvin* in Netherhall, Largs		1900 März 5.
Hr. *Marcelin Berthelot* in Paris		1900 März 5.
- *Eduard Suess* in Wien		1900 März 5.
- *Karl Gegenbaur* in Heidelberg		1900 März 5.
- *Eduard Pflüger* in Bonn		1900 März 5.
	Rochus Frhr. *von Liliencron* in Schleswig	1901 Jan. 14.
	Hr. *Léopold Delisle* in Paris	1902 Nov. 16.

IV. EHREN-MITGLIEDER.

	Datum der Königlichen Bestätigung
Earl *of Crawford and Balcarres* in Haigh Hall, Wigan	1883 Juli 30.
Hr. *Max Lehmann* in Göttingen	1887 Jan. 24.
- *Ludwig Boltzmann* in Wien	1888 Juni 29.
Se. Majestät *Oskar II.*, König von Schweden und Norwegen	1897 Sept. 14.
Hugo Graf *von und zu Lerchenfeld* in Berlin	1900 März 5.
Hr. *Friedrich Althoff* in Berlin	1900 März 5.
- *Richard Schöne* in Berlin	1900 März 5.
Frau *Elise Wentzel* geb. *Heckmann* in Berlin	1900 März 5.
Hr. *Konrad Studt* in Berlin	1900 März 17.
- *Andrew Dickson White* in Ithaca, N. Y.	1900 Dec. 12.

V. CORRESPONDIRENDE MITGLIEDER.

Physikalisch-mathematische Classe.

	Datum der Wahl
Hr. *Ernst Abbe* in Jena	1896 Oct. 29.
- *Alexander Agassiz* in Cambridge, Mass.	1895 Juli 18.
- *Adolf von Baeyer* in München	1884 Jan. 17.
- *Friedrich Beilstein* in St. Petersburg	1888 Dec. 6.
- *Ernst Wilhelm Benecke* in Strassburg	1900 Febr. 8.
- *Eduard van Beneden* in Lüttich	1887 Nov. 3.
- *Oskar Brefeld* in Breslau	1899 Jan. 19.
- *Otto Bütschli* in Heidelberg	1897 März 11.
Sir *John Burdon-Sanderson* in Oxford	1900 Febr. 22.
Hr. *Stanislao Cannizzaro* in Rom	1888 Dec. 6.
- *Karl Chun* in Leipzig	1900 Jan. 18.
- *Luigi Cremona* in Rom	1886 Juli 15.
- *Gaston Darboux* in Paris	1897 Febr. 11.
- *Richard Dedekind* in Braunschweig	1880 März 11.
- *Nils Christofer Duner* in Upsala	1900 Febr. 22.
- *Ernst Ehlers* in Göttingen	1897 Jan. 21.
- *Rudolf Fittig* in Strassburg	1896 Oct. 29.
- *Walter Flemming* in Kiel	1893 Juni 1.
- *Max Fürbringer* in Heidelberg	1900 Febr. 22.
- *Albert Gaudry* in Paris	1900 Febr. 8.
Sir *Archibald Geikie* in London	1889 Febr. 21.
Hr. *Josiah Willard Gibbs* in New Haven, Conn.	1900 Febr. 22.
- *Wolcott Gibbs* in Newport, R. I.	1885 Jan. 29.
Sir *David Gill*, Kgl. Sternwarte am Cap der Guten Hoffnung	1890 Juni 5.
Hr. *Paul Gordan* in Erlangen	1900 Febr. 22.
- *Ludwig von Graff* in Graz	1900 Febr. 8.
- *Gottlieb Haberlandt* in Graz	1899 Juni 8.
- *Julius Hann* in Wien	1889 Febr. 21.
- *Victor Hensen* in Kiel	1898 Febr. 24.
- *Richard Hertwig* in München	1898 April 28.
- *Wilhelm His* in Leipzig	1893 Juni 1.
Sir *Joseph Dalton Hooker* in Sunningdale	1854 Juni 1.
- *William Huggins* in London	1895 Dec. 12.
Hr. *Leo Koenigsberger* in Heidelberg	1893 Mai 4.
- *Michel Lévy* in Paris	1898 Juli 28.
- *Franz von Leydig* in Rothenburg o. d. T.	1887 Jan. 20.
- *Gabriel Lippmann* in Paris	1900 Febr. 22.
- *Rudolf Lipschitz* in Bonn	1872 April 18.

Physikalisch-mathematische Classe.

	Datum der Wahl
Hr. *Moritz Loewy* in Paris	1895 Dec. 12.
- *Hubert Ludwig* in Bonn	1898 Juli 14.
- *Éleuthère Mascart* in Paris	1895 Juli 18.
- *Dmitrij Mendelejew* in St. Petersburg	1900 Febr. 8.
- *Franz Mertens* in Wien	1900 Febr. 22.
- *Henrik Mohn* in Christiania	1900 Febr. 22.
- *Alfred Gabriel Nathorst* in Stockholm	1900 Febr. 8.
- *Karl Neumann* in Leipzig	1893 Mai 4.
- *Georg von Neumayer* in Hamburg	1896 Febr. 27.
- *Simon Newcomb* in Washington	1883 Juni 7.
- *Max Noether* in Erlangen	1896 Jan. 30.
- *Wilhelm Pfeffer* in Leipzig	1889 Dec. 19.
- *Ernst Pfitzer* in Heidelberg	1899 Jan. 19.
- *Émile Picard* in Paris	1898 Febr. 24.
- *Henri Poincaré* in Paris	1896 Jan. 30.
- *Georg Quincke* in Heidelberg	1879 März 13.
- *Ludwig Radlkofer* in München	1900 Febr. 8.
- *William Ramsay* in London	1896 Oct. 29.
Lord *Rayleigh* in Witham, Essex	1896 Oct. 29.
Hr. *Friedrich von Recklinghausen* in Strassburg	1885 Febr. 26.
- *Gustaf Retzius* in Stockholm	1893 Juni 1.
- *Wilhelm Konrad Röntgen* in München	1896 März 12.
- *Heinrich Rosenbusch* in Heidelberg	1887 Oct. 20.
- *George Salmon* in Dublin	1873 Juni 12.
- *Georg Ossian Sars* in Christiania	1898 Febr. 24.
- *Giovanni Virginio Schiaparelli* in Mailand	1879 Oct. 23.
- *Friedrich Schmidt* in St. Petersburg	1900 Febr. 8.
- *Friedrich Schottky* in Berlin	1900 Febr. 22.
Hermann Graf *zu Solms-Laubach* in Strassburg	1899 Juni 8.
Hr. *Johann Wilhelm Spengel* in Giessen	1900 Jan. 18.
- *Eduard Strasburger* in Bonn	1889 Dec. 19.
- *Johannes Strüver* in Rom	1900 Febr. 8.
- *Otto von Struve* in Karlsruhe	1868 April 2.
- *Julius Thomsen* in Kopenhagen	1900 Febr. 8.
- *August Toepler* in Dresden	1879 März 13.
- *Melchior Treub* in Buitenzorg	1900 Febr. 8.
- *Gustav Tschermak* in Wien	1881 März 3.
Sir *William Turner* in Edinburg	1898 März 10.
Hr. *Woldemar Voigt* in Göttingen	1900 März 8.
- *Karl von Voit* in München	1898 Febr. 24.
- *Johannes Diderik van der Waals* in Amsterdam	1900 Febr. 22.
- *Eugenius Warming* in Kopenhagen	1899 Jan. 19.
- *Heinrich Weber* in Strassburg	1896 Jan. 30.
- *August Weismann* in Freiburg i. B.	1897 März 11.

Physikalisch-mathematische Classe.

	Datum der Wahl
Hr. *Julius Wiesner* in Wien	1899 Juni 8.
- *Alexander William Williamson* in High Pitfold, Haslemere	1875 Nov. 18.
- *Clemens Winkler* in Dresden	1900 Febr. 8.
- *Adolf Wüllner* in Aachen	1889 März 7.
- *Ferdinand Zirkel* in Leipzig	1887 Oct. 20.
- *Karl Alfred von Zittel* in München	1895 Juni 13.

Philosophisch-historische Classe.

Hr. *Wilhelm Ahlwardt* in Greifswald	1888 Febr. 2.
- *Karl von Amira* in München	1900 Jan. 18.
- *Graziadio Isaia Ascoli* in Mailand	1887 März 10.
- *Theodor Aufrecht* in Bonn	1864 Febr. 11.
- *Ernst Immanuel Bekker* in Heidelberg	1897 Juli 29.
- *Otto Benndorf* in Wien	1893 Nov. 30.
- *Friedrich Blass* in Halle a. S.	1900 Jan. 18.
- *Eugen Bormann* in Wien	1902 Juli 24.
- *Ingram Bywater* in Oxford	1887 Nov. 17.
- *Antonio Maria Ceriani* in Mailand	1869 Nov. 4.
- *Karl Adolf von Cornelius* in München	1897 Oct. 28.
- *Edward Byles Cowell* in Cambridge	1893 April 20.
- *Heinrich Denifle* in Rom	1890 Dec. 18.
Wilhelm Dittenberger in Halle a. S.	1882 Juni 15.
- *Louis Duchesne* in Rom	1893 Juli 20.
- *Kuno Fischer* in Heidelberg	1885 Jan. 29.
- *Paul Foucart* in Paris	1884 Juli 17.
- *Ludwig Friedländer* in Strassburg	1900 Jan. 18.
- *Theodor Gomperz* in Wien	1893 Oct. 19.
- *Francis Llewellyn Griffith* in Ashton under Lyne	1900 Jan. 18.
- *Gustav Gröber* in Strassburg	1900 Jan. 18.
- *Wilhelm von Hartel* in Wien	1893 Oct. 19.
- *Georgios N. Hatzidakis* in Athen	1900 Jan. 18.
- *Albert Hauck* in Leipzig	1900 Jan. 18.
- *Johan Ludvig Heiberg* in Kopenhagen	1896 März 12.
- *Max Heinze* in Leipzig	1900 Jan. 18.
- *Richard Heinzel* in Wien	1900 Jan. 18.
- *Antoine Héron de Villefosse* in Paris	1893 Febr. 2.
- *Léon Heuzey* in Paris	1900 Jan. 18.
- *Hermann von Holst* in Chicago	1889 Juli 25.
- *Théophile Homolle* in Athen	1887 Nov. 17.
- *Vatroslav Jagić* in Wien	1880 Dec. 16.
- *William James* in Cambridge, Mass.	1900 Jan. 18.
- *Karl Theodor von Inama-Sternegg* in Wien	1900 Jan. 18.
- *Ferdinand Justi* in Marburg	1898 Juli 14.
- *Karl Justi* in Bonn	1893 Nov. 30.

Philosophisch-historische Classe.

	Datum der Wahl
Hr. *Panagiotis Kabbadias* in Athen	1887 Nov. 17.
- *Frederic George Kenyon* in London	1900 Jan. 18.
- *Franz Kielhorn* in Göttingen	1880 Dec. 16.
- *Georg Friedrich Knapp* in Strassburg	1893 Dec. 14.
- *Basil Latyschew* in St. Petersburg	1891 Juni 4.
- *August Leskien* in Leipzig	1900 Jan. 18.
- *Émile Levasseur* in Paris	1900 Jan. 18.
- *Giacomo Lumbroso* in Frascati	1874 Nov. 12.
- *John Pentland Mahaffy* in Dublin	1900 Jan. 18.
- *Frederic William Maitland* in Cambridge	1900 Jan. 18.
- *Gaston Maspero* in Paris	1897 Juli 15.
- *Adolf Michaelis* in Strassburg	1888 Juni 21.
- *Alexander Stuart Murray* in London	1900 Jan. 18.
- *Adolf Mussafia* in Wien	1900 Jan. 18.
- *Heinrich Nissen* in Bonn	1900 Jan. 18.
- *Julius Oppert* in Paris	1862 März 13.
- *Georges Perrot* in Paris	1884 Juli 17.
- *Wilhelm Radloff* in St. Petersburg	1895 Jan. 10.
- *Victor* Baron *Rosen* in St. Petersburg	1900 Jan. 18.
- *Richard Schroeder* in Heidelberg	1900 Jan. 18.
- *Emil Schürer* in Göttingen	1893 Juli 20.
- *Émile Senart* in Paris	1900 Jan. 18.
- *Eduard Sievers* in Leipzig	1900 Jan. 18.
- *Christoph von Sigwart* in Tübingen	1885 Jan. 29.
- *Albert Sorel* in Paris	1900 Jan. 18.
- *Friedrich von Spiegel* in München	1862 März 13.
- *Henry Sweet* in Oxford	1901 Juni 6.
Sir *Edward Maunde Thompson* in London	1895 Mai 2.
Hr. *Vilhelm Thomsen* in Kopenhagen	1900 Jan. 18.
- *Hermann Usener* in Bonn	1891 Juni 4.
- *Girolamo Vitelli* in Florenz	1897 Juli 15.
- *Kurt Wachsmuth* in Leipzig	1891 Juni 4.
- *Heinrich Weil* in Paris	1896 März 12.
- *Julius Wellhausen* in Göttingen	1900 Jan. 18.
- *Ludvig Wimmer* in Kopenhagen	1891 Juni 4.
- *Wilhelm Wundt* in Leipzig	1900 Jan. 18.

BEAMTE DER AKADEMIE.

Bibliothekar und Archivar: Dr. *Köhnke.*

Wissenschaftliche Beamte: Dr. *Dessau,* Prof. — Dr. *Ristenpart.* — Dr. *Harms.* — Dr. *Czeschka* Edler *von Maehrenthal,* Prof. — Dr. *von Fritze.* — Dr. *Karl Schmidt.*

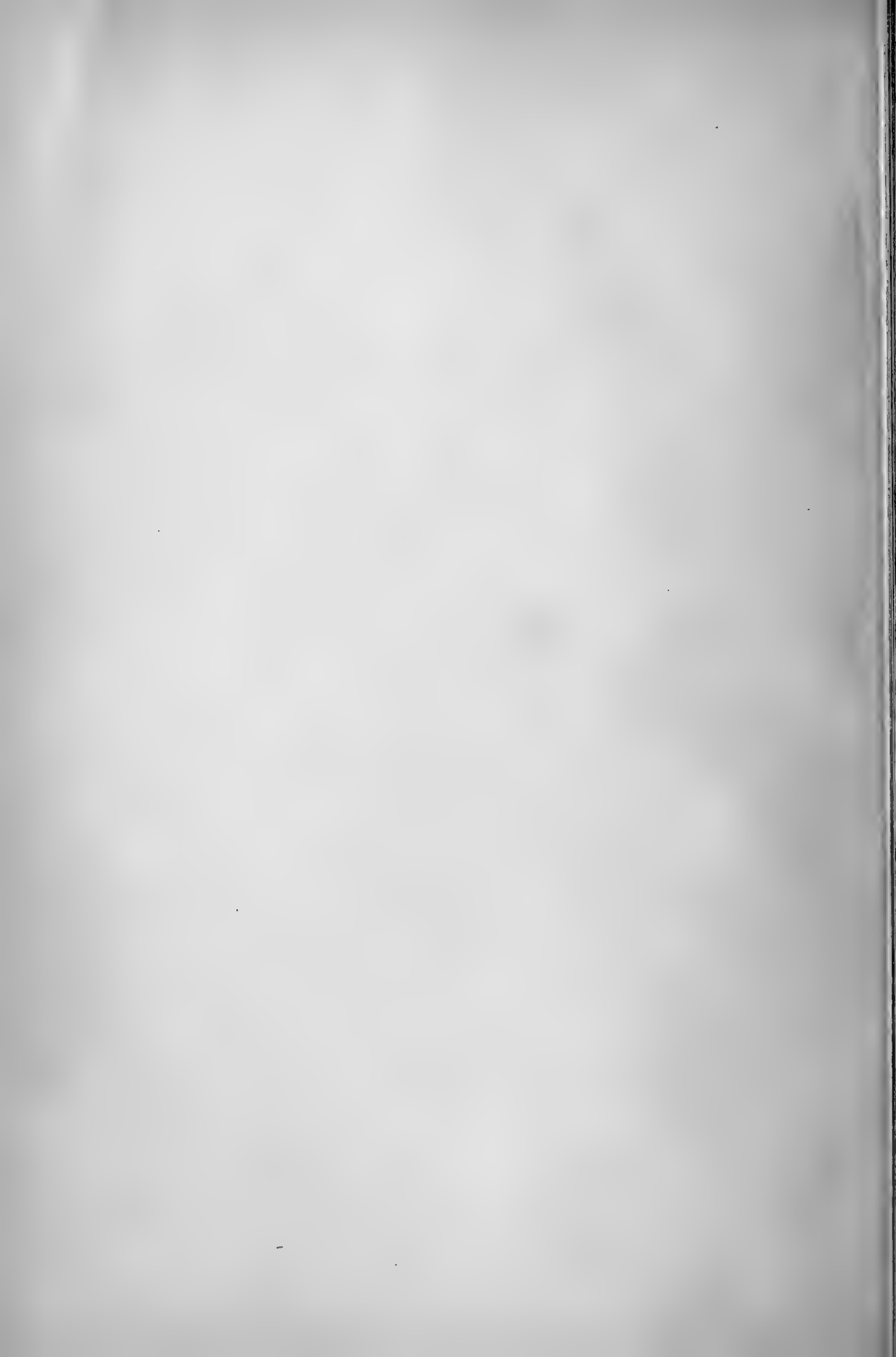
WOHNUNGEN DER ORDENTLICHEN MITGLIEDER UND DER BEAMTEN.

Hr. Dr. *Auwers,* Prof., Geh. Ober-Regierungs-Rath, Lindenstr. 91. SW. 68.
- - *von Bezold,* Prof., Geh. Ober-Regierungs-Rath, Lützowstr. 72. W. 35.
- - *Branco,* Prof., Geh. Bergrath, Passauerstr. 5. W. 50.
- - *Brunner,* Prof., Geh. Justiz-Rath, Lutherstr. 36. W. 62.
- - *Burdach,* Professor, Fasanenstr. 72/73. W. 15.
- - *Conze,* Professor, Villen-Colonie Grunewald, Wangenheimstr. 17.
- - *Diels,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Magdeburgerstr. 20. W. 35.
- - *Dilthey,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Burggrafenstr. 4. W. 62.
- - *Dressel,* Professor, Charlottenburg, Knesebeckstr. 3.
- - *Engelmann,* Prof., Geh. Medicinal-Rath, Neue Wilhelmstr. 15. NW. 7.
- - *Engler,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Steglitz, Neuer Botanischer Garten.
- - *Erman,* Professor, Steglitz, Friedrichstr. 10/11.
- - *Fischer,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Hessische Strasse 1—4. N. 4.
- - *Frobenius,* Professor, Charlottenburg, Leibnizstr. 70.
- - *Harnack,* Professor, Fasanenstr. 43. W. 15.
- - *von Hefner-Alteneck,* Hildebrandstr. 9. W. 10.
- - *Helmert,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Potsdam, Geodätisches Institut.
- - *Hertwig,* Prof., Geh. Medicinal-Rath, Villen-Colonie Grunewald, Wangenheimstr. 28.
- - *Hirschfeld,* Professor, Charlottenburg, Carmerstr. 3.
- - *van't Hoff,* Professor, Charlottenburg, Uhlandstr. 2.
- - *Kekule von Stradonitz,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Landgrafenstr. 19. W. 62.
- - *Kirchhoff,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Matthaeikirchstr. 23. W. 10.
- - *Klein,* Prof., Geh. Bergrath, Charlottenburg, Joachimsthalerstr. 39/40.
- - *Köhler,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Westend, Nussbaum-Allee 38.
- - *Kohlrausch,* Professor, Charlottenburg, Marchstr. 25[b].
- - *Koser,* Geh. Ober-Regierungs-Rath, Charlottenburg, Carmerstr. 9.
- - *Landolt,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Albrechtstr. 14. NW. 6.
- - *Lenz,* Professor, Augsburgerstr. 52. W. 50.
- - *Möbius,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Sigismundstr. 8. W. 10.
- - *Mommsen,* Professor, Charlottenburg, Marchstr. 8.
- - *Müller-Breslau,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Villen-Colonie Grunewald, Kurmärkerstr. 8.
- - *Munk,* Prof., Geh. Regierungsrath, Matthaeikirchstr. 4. W. 10.
- - *Pischel,* Professor, Passauerstr. 23. W. 50.

Hr. Dr. *Planck,* Professor, Achenbachstr. 1. W. 50.
- - Freiherr *von Richthofen,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Kurfürstenstr. 117. W. 62.
- - *Sachau,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Wormserstr. 12. W. 62.
- - *Schmidt,* Professor, Derfflingerstr. 21. W. 35.
- - *Schmoller,* Professor, Wormserstr. 13. W. 62.
- - *Schrader,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Kronprinzen-Ufer 20. NW. 40.
- - *Schulze,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Invalidenstr. 43. N. 4.
- - *Schwarz,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Villen-Colonie Grunewald, Humboldtstr. 33.
- - *Schwendener,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Matthaeikirchstr. 28. W. 10.
- - *Stumpf,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Augsburgerstr. 61. W. 50.
- - *Tobler,* Professor, Kurfürstendamm 25. W. 15.
- - *Vahlen,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Genthinerstr. 22. W. 35.
- - *Vogel,* Prof., Geh. Ober-Regierungs-Rath, Potsdam, Astrophysikalisches Observatorium.
- - *Waldeyer,* Prof., Geh. Medicinal-Rath, Lutherstr. 35. W. 62.
- - *Warburg,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Neue Wilhelmstr. 16. NW. 7.
- - *von Wilamowitz-Moellendorff,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Westend, Eichen-Allee 12.
- - *Zimmer,* Prof., Geh. Regierungs-Rath, Ludwigskirchstr. 2. W. 15.

Hr. Dr. *Czeschka* Edler *von Maehrenthal,* Professor, Wissenschaftlicher Beamter, Stendalerstr. 3. NW. 5.
- - *Dessau,* Professor, Wissenschaftlicher Beamter, Charlottenburg, Carmerstr. 8.
- - *von Fritze,* Wissenschaftlicher Beamter, Spichernstr. 21. W. 50.
- - *Harms,* Wissenschaftlicher Beamter, Schöneberg, Erdmannstr. 3.
- - *Köhnke,* Bibliothekar und Archivar, Charlottenburg, Goethestr. 6.
- - *Ristenpart,* Wissenschaftlicher Beamter, Friedenau, Beckerstr. 6[a].
- - *Schmidt,* Wissenschaftlicher Beamter, Bayreutherstr. 11. W. 62.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.



SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

I. II.

8. Januar 1903.

MIT DEM VERZEICHNISS DER MITGLIEDER DER AKADEMIE
AM 1. JANUAR 1903.

BERLIN 1903.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«.

[illegible]

§ 29.

1. [illegible] Für diese wie für alle übrigen Theile der Sitzungsberichte sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.

[illegible]

1903.
I.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

8. Januar. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Hr. Hirschfeld las »Die Monumenta des Manilius und das ius Papirianum«.

Es wird nachzuweisen versucht, dass die bei Pomponius genannten monumenta des Juristen Manilius mit den die Gesetze Numa's enthaltenden monumenta, die Cicero de re publica erwähnt, identisch seien. Daran schliesst sich eine Prüfung der Überlieferung über die als ius Papirianum bezeichnete Sammlung der Gesetze der Könige.

Die Monumenta des Manilius und das Ius Papirianum.

Von Otto Hirschfeld.

Das einzige Zeugniss, das die Existenz des in der Überschrift genannten Werkes des M.' Manilius, Consuls im Jahre 605 = 149 v. Chr., verbürgt, findet sich in dem unter Hadrian geschriebenen Abriss der Rechtsgeschichte des Sextus Pomponius, der in Justinian's Digesten I, 2, 2 zum Theil Aufnahme gefunden hat. Neben P. Mucius Scaevola und M. Iunius Brutus wird (§ 39) Manilius als Begründer des römischen Civilrechts genannt; *ex his*, heisst es dann, *Publius Mucius etiam decem libellos reliquit, Brutus septem, Manilius tres: et extant volumina scripta Manilii monumenta.* Dass die letzten Worte verdorben sind[1], ist augenfällig; Mommsen vermuthete daher in seiner Digestenausgabe, dass das Wort *monumenta* zu streichen sei; aber einerseits ist schwer zu begreifen, wie gerade dieses Wort durch Interpolation in den Text hätte kommen können, andererseits würde man eine nähere Bezeichnung der von Manilius erhaltenen Schriften erwarten. Daher möchte ich die Vermuthung Ferrini's: *Storia delle fonti del diritto Romano* (1885) S. 27, der sich auch Lenel: Palingenesia I S. 589 und Bremer: Iurisprudentia antehadriana I S. 25 angeschlossen haben, vorziehen, dass *inscripta* für *scripta* zu lesen sei, so wenig ich seinem weiteren Emendations- oder Erklärungsversuch, *monimenta* für *monumenta* zu schreiben: '*da monere, voce opportunissima per indicare la giurisprudenza cautelare*' mich anschliessen kann, wie derselbe auch bereits von Pernice: Zeitschrift für Rechtsgeschichte 7 S. 152 zurückgewiesen worden ist. Letzterer war, wie ich einer brieflichen Mittheilung des uns so früh entrissenen Freundes entnehme, geneigt, mit einer kleinen Umstellung zu schreiben: *et extant volumina Manilii inscripta monumenta*, und auch mir scheint diese Umstellung wenn auch nicht durchaus nöthig, so

[1] Wahrscheinlich ist auch, wie Zimmern vermuthet hat, Brutus und Manilius zu vertauschen; doch kommt das für unsere Frage nicht in Betracht. Die drei Juristen nennt zusammen als erste Autoritäten ihrer Zeit Cicero de fin I, 4, 12 (vgl. ad fam. VII, 22 und Gellius XVII, 7, 3).

doch empfehlenswerth. Jedesfalls darf aber die Existenz eines Werkes des Juristen Manilius mit dem Namen *monumenta* als gesichert gelten.

Trotzdem hat man versucht, diesen für ein juristisches Werk anscheinend wenig passenden Titel möglichst zu beseitigen. Huschke führt in seiner Iurisprudentia anteiustiniana S. 5 unter dem Namen M.' Manilius nur die Schrift *actiones* auf, die Varro citirt[1]; er hält dies für den eigentlichen Namen des Werkes, das zu Pomponius' Zeit, man weiss nicht aus welchem Grunde, *Manilii monumenta* genannt worden sei.[2] Auch Ferrini (a. a. O. S. 128) hält die beiden Werke für nicht verschieden und meint: *le azioni Maniliane potevano essere distribuite per tutta l' opera secondo i rispettivi argomenti.*

Zu Grunde liegt dieser Scheu vor dem von Pomponius überlieferten Titel offenbar, dass derselbe unter den uns bekannten Schriften der römischen Juristen ganz singulär ist, und da wir nur den Titel des Werkes kennen, so ist es allerdings nicht möglich, ihn mit Sicherheit zu deuten. Immerhin ist nicht der geringste Grund vorhanden, diese Schrift mit einer anders benannten des Manilius zu identificiren, vielmehr wird man aus dem Titel schliessen dürfen, dass nicht an ein dogmatisch-juristisches Buch zu denken sei, sondern vielmehr an eine, allerdings wohl juristische, Urkundensammlung, die ihres historischen Interesses wegen sich bis in die spätere Kaiserzeit erhalten hat. Diese durch den Titel gebotene Annahme gewinnt aber eine, wie ich glaube, sichere Bestätigung durch ein bisher nicht in seiner rechten Bedeutung erkanntes Zeugniss, das auch über den Inhalt des Werkes einen gewissen Aufschluss gewährt.

Im 14. Capitel des zweiten Buches *de re publica* lässt Cicero den jüngeren Scipio sagen: *idemque Pompilius* (Numa) *animos propositis legibus his, quas in monumentis habemus, ardentes consuetudine et cupiditate bellandi religionum caerimoniis mitigavit.* Welche *monumenta* Cicero hier im Auge gehabt habe, ist bisher von den Erklärern dieser Schrift nicht gedeutet worden. Mai schweigt ganz, Creuzer (bei Moser) schliesst sich Dirksen's (Versuche zur Kritik und Auslegung der Quellen des römischen Rechts S. 365) Ansicht an, dass Cicero 'sich ganz unbestimmt über die Quelle ausdrücke, aus welcher die Kunde von diesen Gesetzen entnommen ist'; an schriftstellerische Quellen, aber ohne diese näher zu bezeichnen, denkt Osann (zu r. p. V, 2) und Villemain übersetzt ganz willkürlich: *par des lois que nous conservons*

---

[1] Bei Varro r. r. (II, 3, 5. 5, 11. 7, 6), wie auch l. l. (VII, 5, 105) ist merkwürdigerweise überall Mamilius überliefert; doch ist ohne Zweifel Manilius gemeint.

[2] Ähnlich Lenel a. a. O.: *nec tamen crediderim hanc genuinam fuisse Manilii librorum inscriptionem: fieri autem potuit, ut Pomponii aetate quae Manilii supererant ita appellarentur.*

dans nos archives. Schubert in der Schrift: *Quos Cicero in libro I et II de re publica auctores secutus esse videatur* S. 8 will unter den *monumenta* die *annales maximi* verstanden wissen, ohne jedoch zu erklären, wie das Wort diese Bedeutung erlangt haben sollte. Voigt hat in seiner umfangreichen Untersuchung über die *Leges regiae* (Abdruck aus den Abhandlungen der philol.-hist. Classe der K. Sächs. Ges. d. W. VII, 1876/1877) zwar die Stelle citirt (S. 247), aber über die Bedeutung des Wortes sich zu äussern nicht für nöthig befunden. 'Auf die Pontificalbücher oder auf Papirius' ursprüngliche Sammlung' will endlich Zumpt (das Criminalrecht der römischen Republik I, 1 S. 407 A. 17) die Monumenta beziehen. Über das Verhältniss Cicero's zu dem sogenannten Ius Papirianum werde ich später sprechen; eine Identification der Monumenta mit den Schriften der Pontifices, die Probus (*de notis* § 1) allerdings einmal *pontificum monumenta* nennt, wäre aber doch ohne den ausdrücklichen Zusatz *pontificum* in dem Munde Scipio's nur dann denkbar, wenn er selbst Pontifex gewesen wäre. Dass er aber nicht dieses Priesterthum, sondern den Augurat bekleidet hat, erweist sowohl sein Elogium (CIL. I² p. 198 n. XXV), als auch die ihm von Cicero de re p. II 31,54 in den Mund gelegten Worte: *provocationem autem etiam a regibus fuisse declarant pontificii libri, significant nostri etiam augurales.*[1] Die Bücher der Auguren konnten aber sicherlich nicht als *monumenta* bezeichnet werden; auch ist kaum anzunehmen, dass in ihnen die Gesetze Numa's enthalten gewesen seien.

Demnach wird man für die von Scipio genannten *monumenta* eine andere Deutung suchen müssen, und eine solche ist nicht schwer zu finden, wenn man sich erinnert, dass der Jurist M.' Manilius als einer der hervorragendsten Theilnehmer an dem Gespräche *de re publica* eingeführt wird, den Cicero an mehreren Stellen des Werkes mit besonderer Auszeichnung nennt.[2] Aber wohl um keinen Zweifel darüber zu lassen, dass unter den 'Monumenta das diesen Titel tragende und gewiss noch zu Cicero's Zeit berühmte Werk des Manilius gemeint sei, lässt er ihn unmittelbar nach jener Ausführung Scipio's über Numa (II, 15, 28) das Wort zu einer Frage betreffs des Verhältnisses des Königs zu Pythagoras ergreifen. Daher wird man auch nicht mit Halm und Baiter das nach *legibus* und vor den Worten *quas in monumentis habemus* von der vorzüglichen zweiten Hand des Palimpsestes hinzugefügte *his* tilgen, das ohne Zweifel auf die kürzlich erschienene Publication des Manilius

---

[1] Von den *libri augurales* sagt Scipio *de re p.* I 40,63: *in nostris libris vides eum, Laeli, magistrum populi appellari*, da auch Laelius Augur war (Philipp. II, 33,83; *de nat. deor.* III, 2,5).

[2] I, 12, 18: *intervenit vir prudens omnibusque illis et iucundus et carus, M.' Manilius*, vgl. I, 13, 20 und III, 10, 17: *hic iuris noster interpres.*

hinweisen soll, durch welche die uralten Gesetze Numa's der Gegenwart zugänglich gemacht worden waren. Und nicht minder beziehungsvoll deutet Scipio-Cicero an einer anderen Stelle derselben Schrift (V, 2, 3) auf diese Publication hin, wenn er zu den Worten: *diuturna pax Numae, qui legum etiam scriptor fuisset* (*fuit* vermuthet Halm) hinzufügt: *quas scitis exstare*, offenbar ein an die Adresse des anwesenden Autors gerichtetes Compliment.

Den Inhalt der Monumenta des Manilius bildeten also Gesetze Numa's, wobei nicht ausgeschlossen ist, dass auch andere Documente, ja selbst wissenschaftliche Erörterungen in dieses Werk aufgenommen worden sind. Sicherlich wird dasselbe einen wesentlich religionsgeschichtlichen Charakter getragen haben, und dazu stimmt vortrefflich, dass Festus p. 334 zur Erklärung der Redensart *sexagenarii de ponte* eine aus Manilius geschöpfte Darlegung der Abschaffung der Menschenopfer in Rom durch Hercules giebt, und Arnobius (advers. nat. 3, 38) denselben für die Deutung der *dei novensiles* anführt. Dass diese Citate aus den Monumenta stammen, ist zwar nicht bezeugt, aber sehr wahrscheinlich; jedesfalls kennzeichnen sie die wissenschaftliche Richtung des Manilius, und es liegt nicht der geringste Grund vor, sie, wie es Bremer (a. a. O. I S. 107) gethan hat, einem gänzlich unbekannten, um 50 Jahre jüngeren Manilius zuzuschreiben. Jedoch wird man die Frage nicht abweisen können, wie sich das Werk des Manilius zu dem sogenannten Ius Papirianum, der Sammlung der Königsgesetze, verhalten habe, um so mehr als der dieser Sammlung von Servius beigelegte Titel *de ritu sacrorum*[1] auf eine nahe Verwandtschaft beider Werke hinzuweisen scheint. Dass aber die Sammlung des Manilius weder mit dem Ius Papirianum identisch, noch von ihm abhängig gewesen ist, wird eine Prüfung der Nachrichten, die wir über dasselbe besitzen, unzweifelhaft darthun.

Unsere Überlieferung über das Ius Papirianum und seinen Urheber ist bekanntlich die denkbar schlechteste. Der erste Schriftsteller, der eine solche Sammlung erwähnt, ist Dionys von Halikarnass III 36; nach seinem Bericht habe Ancus Marcius die Satzungen Numa's auf hölzernen Tafeln auf dem Markte aufgestellt; da aber die Schrift sich verwischt habe, so wären sie μετὰ δὲ τὴν ἐκβολὴν τῶν βασιλέων εἰς ἀναγραφὴν δημοσίαν αὖθις ἤχθησαν ὑπ' ἀνδρὸς ἱεροφάντου Γαΐου Παπιρίου, τὴν ἁπάντων τῶν ἱερέων ἡγεμονίαν ἔχοντος. Das Wort ἱεροφάντης ist für Dionys

[1] Servius in Aen. 12, 836: *quod ait 'morem ritusque sacrorum adiciam' ipso titulo legis Papiriae usus est, quam sciebat de ritu sacrorum publicatam* (vgl. dazu Schoell XII tabul. S. 51 Anm. 3); unter *lex Papiria* ist allem Anschein nach das Ius Papirianum gemeint.

gleichbedeutend mit *pontifex*[1], so dass er Papirius für den ersten Pontifex maximus nach Vertreibung der Könige gehalten haben wird. Jedoch nennt er an einer anderen Stelle (V, 1) einen Manius Papirius als ersten *rex sacrorum* (ἱερῶν βασιλεύς), ohne ihn freilich als Sammler von Königsgesetzen zu bezeichnen, der aber doch wohl, trotz des verschiedenen Vornamens, nur als eine Doublette des Erstgenannten anzusehen sein wird.[2] Mit jenem Papirius wird mit Recht identificirt der von Pomponius in dem Abriss seiner Rechtsgeschichte (Digg. I 2, 2) genannte Verfasser der Sammlung der Königsgesetze, wenn er auch bei ihm an einer Stelle (§ 2) Sextus, an einer anderen (§ 36) Publius heisst. Den ersteren Vornamen haben allerdings Zumpt (Criminalrecht I, 1 S. 31 f.) und Voigt (a. a. O. S. 118 A. 287) dadurch beseitigen wollen, dass sie in den Worten *in libro Sexti Papirii* für *Sexti*, wie im Florentinus überliefert ist, aus geringeren Handschriften *sexto* einzusetzen vorschlugen. Aber eine Eintheilung des Werkes in mehrere Bücher ist nicht bezeugt, und der Irrthum wohl einfach daraus zu erklären, dass dem Verfasser der Vorname des von ihm im § 42 genannten Juristen Sextus Papirius hier fälschlich in die Feder gekommen ist. Auch in den Worten im § 36: *Publius Papirius qui leges regias in unum contulit* hat man versucht, den Vornamen als Schreiberversehen, das durch den mit *p* beginnenden folgenden Namen veranlasst sei, darzustellen: aber bereits Perizonius (anim. hist. p. 93 ed. Harless) hat darauf hingewiesen, dass Pomponius bei der Aufzählung der Juristen regelmässig Pränomen oder Cognomen neben den Gentilnamen setzt[3]; wenn er aber an beiden Stellen Sp(urius) für S(extus) und P(ublius) einsetzen will, weil diese beiden Vornamen bei den patricischen Papiriern nicht vorkommen, so ist dieses Heilmittel bei einem Schriftsteller wie Pomponius sicher wenig angebracht. Noch weniger wird man freilich mit Zumpt (Crim.-Recht I, 1 S. 29 und S. 34) und Anderen[4] auf Grund so beschaffener Zeugnisse zu schliessen wagen, dass es in der älteren Zeit der Republik mehrere von verschiedenen Papiriern herrührende Sammlungen von Königsgesetzen gegeben habe, oder gar mit Voigt (S. 126) den Manius Papirius, den er auch in den Digesten für Publius herstellen will, zu einem Amtsvorgänger des von Dionys genannten C. Papirius zu machen

---

[1] Vgl. z. B. II 73: εἴ βούλεταί τις αὐτοὺς (nämlich *pontifices*) ἱεροδιδασκάλους καλεῖν εἴτε ἱερονόμους εἴτε ἱεροφύλακας εἴτε, ὡς ἡμεῖς ἀξιοῦμεν, ἱεροφάντας.

[2] Bei Festus p. 318 s. v. *sacrificulus* scheint als erster *rex sacrorum* ein auf *-utus* endender Name angegeben zu sein.

[3] Die einzige Ausnahme macht Trebatius im § 45, wo aber wohl durch Schreiberversehen *C.* ausgefallen oder zu *et* verdorben ist.

[4] Vgl. Bouché-Leclerq, *les Pontifes* S. 194.

geneigt sein. Auch dass Pomponius den Papirius noch in die Zeit des Tarquinius Superbus verweist (*fuit illis temporibus, quibus Superbus Demarati Corinthii filius, ex principalibus viris*), ist nicht etwa auf eine von Dionys abweichende Tradition zurückzuführen, sondern nur auf einen Irrthum des geringwerthigen Schriftstellers, der nicht einmal im Stande ist, Tarquinius Priscus und Superbus von einander zu scheiden.

Eine eigenartige Erklärung der Angabe des Pomponius über den Autor des Ius Papirianum hat neuerdings Bremer in seiner Iurisprudentia antehadriana I S. 132 zu geben versucht.[1] Seiner Ansicht nach ist bei Pomponius im § 2 unter Sextus Papirius nicht ein Mann aus dem Ende der Königszeit zu verstehen, sondern der in § 42 als Schüler des Q. Mucius Scaevola genannte Jurist: von diesem sei die Sammlung der Königsgesetze veranstaltet und nach ihm als Ius Papirianum bezeichnet worden. Die Angabe über die Entstehung der Sammlung in der Königszeit, wie auch die Nennung des P. Papirius im § 36 als Redactors der Gesetzsammlung hält Bremer für Zusätze Tribonian's bei Aufnahme der Schrift des Pomponius in die Digesten. Aber für eine derartige Interpolationsthätigkeit Tribonian's, die freilich keine neue Annahme ist[2], fehlt es an jeder Beglaubigung und mehr noch an jeder Veranlassung. Ausserdem aber würden die Worte in § 2: *quae omnes conscriptae extant in libro Sexti Papirii* im Widerspruch stehen zu der Angabe über die Schriften des Sextus Papirius und seiner Mitschüler: *alioquin per se eorum scripta non talia extant, ut ea omnes appetant; denique nec versantur omnino scripta eorum inter manus hominum*, d. h., wie Krüger, Geschichte der Quellen und Litteratur des Römischen Rechts S. 60 erklärt: 'die Schriften derselben waren zu Pomponius' Zeit so selten geworden, dass sie kaum noch zugänglich waren'. Schliesslich zeigt die oben angeführte Stelle des Dionys deutlich, dass die Sammlung königlicher Gesetze (denn eine solche wird man wohl auch bei ihm zu verstehen haben, wenn auch dort nur von den Numanischen die Rede ist) und ihre Benennung als Ius Papirianum nicht auf einen späteren Juristen, sondern auf einen der grauen Vorzeit angehörigen Oberpontifex Papirius zurückgeführt worden ist.

Dass in der That eine Sammlung der Gesetze der Könige unmittelbar nach ihrer Vertreibung veranstaltet worden sei, wird freilich kein Verständiger zu glauben geneigt sein. Der denkbar früheste Termin für eine solche Veröffentlichung wäre die Codification des

---

[1] Païs, *Storia di Roma* I, 1 p. 36 A. 5 nennt diese Ansicht '*un' opinione molto diffusa fra i giuristi*'.

[2] Vgl. darüber Sanio, Varroniana in den Schriften der römischen Juristen. Leipzig 1867, S. IX.

Civilrechts zur Zeit des Decemvirats, zu dessen Ergänzung eine Sammlung des alten Sacralrechts als wünschenswerth erscheinen konnte. 'Nicht viel jünger als die 12 Tafeln', sagt Mommsen, Röm. Gesch. I^8 S. 470, 'mag der Kern der sogenannten königlichen Gesetze sein, d. h. gewisser vorzugsweise sacraler Vorschriften, die auf Herkommen beruhten und wahrscheinlich von dem Collegium der Pontifices . . . unter der Form königlicher Verordnungen zu allgemeiner Kunde gebracht wurden.'[1] Und gerade zu dieser Zeit begegnet wiederum ein M. Papirius als Oberpontifex, der, wie Asconius (in Cornel. p. 68 ed. Kiessl.) angiebt, nach der Vertreibung der Decemvirn bei der Wiedereinsetzung der Volkstribunen den Vorsitz geführt habe. Wenn man sich erinnert, dass nach unserer landläufigen Tradition sowohl im Jahre 305 = 449 als bei Begründung der Republik im Jahre 245 = 509 ein Valerius und ein Horatius Consuln gewesen sein sollen, so könnte man annehmen, dass nur durch ein Versehen dieser Oberpontifex Papirius in das Jahr 245 = 509 versetzt worden und in der That das Ius Papirianum in der Decemviralzeit entstanden sei; die Verschiedenheit des Vornamens könnte kaum als ernstlicher Gegengrund in die Wagschale fallen. Aber leider ist auch diese Angabe des für die Ciceronianische Zeit so zuverlässigen Asconius nichts weniger als unbedenklich, da ihr das Zeugniss des Livius (III 54, 5) entgegensteht, der den bei der Wiedereinsetzung der Tribunen fungirenden Oberpontifex Q. Furius nennt. Allerdings ist der Vorname Quintus in der Gens Furia nicht bezeugt, aber die Beglaubigung des Papirius wird dadurch nicht besser.

Auf wen gehen nun diese Fälschungen zurück, die dem erst spät in den Fasten auftretenden Papirischen Geschlecht priesterliche Würdenträger als Vorfahren zu geben bestimmt waren?[2] Die erste Spur von diesen Männern wie auch der von ihnen veranstalteten Sammlung findet sich bei Dionys. Aber von einer alten, bis in die erste Zeit der Republik zurückreichenden Sammlung königlicher Gesetze scheint selbst sein Zeitgenosse Livius noch keine Kunde gehabt zu haben, da er berichtet (VI, 1, 10), dass von den durch den Gallischen Brand nicht zerstörten *quaedam leges regiae: quae ad sacra pertinebant, a pontificibus maxime, ut religione obstrictos haberent multitudinis animos, suppressa* seien.[3] Dass ferner weder Varro, noch Cicero je-

---

[1] Auch Sanio a. a. O. S. 138, meint, dass 'das ius Papirianum schwerlich vor der Zeit der 12 Tafeln redigirt sein wird'.

[2] Vgl. über diese Fälschungen Schwegler, Röm. Gesch. I S. 24 A. 5; Mommsen, Röm. Forschungen I S. 116.

[3] Vgl. Modestow, Der Gebrauch der Schrift unter den Römischen Königen S. 30; dagegen Voigt a. a. O. S. 113 ff. und S. 268.

mals einer solchen Sammlung Erwähnung thun, hat Mommsen (St.-R. II, S. 43 A. 4) scharf hervorgehoben.[1] Aber es lässt sich auch positiv erweisen, dass Cicero von diesen alten Priestern aus dem Papirischen Geschlecht noch keine Kunde gehabt hat. In dem bekannten an Papirius Paetus gerichteten Brief (ad famil. IX, 21) berichtigt nämlich Cicero die irrige Ansicht des Adressaten, dass die Papirier in alter Zeit ausschliesslich Plebejer gewesen seien, mit folgenden Worten: *fuerunt enim patricii minorum gentium, quorum princeps L. Papirius Mugillanus, qui censor cum L. Sempronio Atratino fuit, cum ante consul*[2] *cum eodem fuisset, annis post Romam conditam CCCXII, sed tum Papisii dicebamini. Post hunc XIII fuerunt sella curuli ante L. Papirium Crassum, qui primum Papisius est vocari desitus: is dictator cum L. Papirio Cursore magistro equitum factus est annis post R. c. CCCCXV et quadriennio post consul cum K. Duilio.* Diese gelehrte Auseinandersetzung, wie auch die weiteren daran geknüpften Bemerkungen über die verschiedenen Zweige der Papirier, ist gewiss nicht auf Cicero's eigenem Acker gewachsen, sondern einem gleichzeitigen genealogischen Werk entnommen, wobei man begreiflicherweise zunächst an Atticus' Genealogien gedacht hat[3], wenn auch die Papirii unter den von Atticus behandelten Geschlechtern von Nepos (Atticus c. 18) nicht genannt werden. Richtiger aber nimmt Unger an, dass der etwa 708 = 46 erschienene und von Cicero nachweislich benutzte Annalis des Scribonius Libo hier Cicero's Quelle gewesen sei.[4] Jedesfalls kann Cicero, als er jene Worte schrieb,

---

[1] Ebenso Krüger, a. a. O. S. 6, vgl. Girard *Textes de droit Romain* ed. II p. 3—4 und *Manuel de droit Romain* ed. II p. 14—15. Dagegen meint Sanio, Varroniana S. 138, dass 'Varro in seinen libris antiquitatum divinarum, wie in den libri de iure civili das ius Papirianum nicht mit Stillschweigen übergehen konnte', aber irgend ein Beweis ist für diese Behauptung nicht erbracht.

[2] *Censor* und *consul* sind in den Handschriften vertauscht.

[3] Drumann, Gesch. Roms 5 S. 86 A. 48: 'es ist schon von Anderen bemerkt, dass Cicero wahrscheinlich die Gelehrsamkeit des Atticus zur Schau trug, als er an Paetus über die Papirier schrieb'. — Von den 13 curulischen Papiriern sind übrigens 9 noch sicher nachzuweisen, nämlich: 1. M.' (oder M.) Pap. Crassus, Consul 313; 2. L. Pap. Crassus, Consul 318; 3. L. (bei Cicero r. p. II 35,60: P.) Pap. Crassus, Consul 324; 4. L. Papirius, Censor 324; 5. L. Pap. Mugillanus, Consul 327; 6. M. Pap. Mugillanus, Consul 343; 7. L. Papirius, Censor 336 (vielleicht identisch mit n. 5); 8. L. Pap. Cursor, Censor 361; 9. L. Papirius, Censor 365, vgl. de Boor fasti censorii S. 5 und 65. Zweifelhaft ist 10. der angeblich auf seinem curulischen Sessel von den Galliern im Jahre 364 erschlagene Greis M. Papirius: Liv. V, 41; Plutarch Cam. 22, da Valerius Maximus III, 2, 7 ihn C. Atilius nennt. Ausserdem sind in diesem Zeitraum mehrere Papirier als consularische Militärtribunen bezeugt zu den Jahren 370. 372. 374 (vgl. Mommsen bei Huelsen in Lehmann's Beiträgen zur Alten Geschichte II S. 250 A. 2). 378. 386, von denen einige auch ein curulisches Amt bekleidet haben mögen. — Zu dem zweiten Jahr der Anarchie 380 = 374 v. Chr. giebt der Chronograph vom Jahre 354 die ganz allein stehende Angabe: *Papirio et Vivio.*

[4] Jahn's Jahrbücher 143, 1891 S. 647 ff., vgl. Cicero ad Atticum XIII, 30, 3. 32, 3. 44, 3: *Libonem mecum habeo*; die Briefe sind sämmtlich aus dem Jahre 709 = 45.

d. h. wahrscheinlich im Jahre 708 = 46[1], von der Existenz der hohen Priester aus Papirischem Geschlecht bei Beginn der Republik oder bei Vertreibung der Decemvirn nichts geahnt haben, denn dieses sicherste Zeugniss für den Patriciat der Papirischen Gens hätte er sich unmöglich entgehen lassen können. Hier ist der Schluss *ex silentio* absolut zwingend: weder jene Papirier, noch die einem von ihnen zugeschriebene Sammlung der Königsgesetze können damals den gelehrten Kreisen Roms bekannt gewesen sein.

Blicken wir uns in dem Kreise der spätrepublicanischen Geschichtsschreiber um, so kommen nur zwei in Frage, die als Erfinder der Papirischen Legende in Betracht kommen können, nämlich Licinius Macer und Valerius Antias, die für Dionys von Halikarnass bei seiner Darstellung der Königsgeschichte und der ältesten Zeit der Republik fast die ausschliesslichen Quellen gewesen sind.[2] Für Ersteren scheint zu sprechen, dass er nachweislich in der Vorgeschichte der Papirier Fälschungen begangen hat, denn sein Zeugniss führt Livius (IV, 7) dafür an, dass die angeblichen Consules suffecti des Jahres 310 = 444, die '*neque in annalibus priscis neque in libris magistratuum inveniuntur*' den Bundesvertrag von Ardea in diesem Jahre unterzeichnet und ihre Namen in den linnenen Magistratsverzeichnissen beim Tempel der Iuno Moneta gestanden hätten. Demselben Gewährsmann schreibt Mommsen (Röm. Chronologie S. 93 ff.) die gleichfalls verdächtige Nachricht zu, dass diese beiden Männer die ersten Censoren im Jahre 311 = 443 und im Jahre 334 = 420 ein L. Papirius Mugillanus Interrex gewesen sei[3], so dass die Versuchung nahe liegt, diesem bereits bewährten Papirius-Fälscher auch die apokryphen Priester dieses Geschlechtes in die Schuhe zu schieben.[4] Aber gegen diese Annahme erheben sich gewichtige Bedenken. Zunächst passt die Erfindung hoher Priester zur Nobilitirung eines Geschlechtes wenig zu dem Charakter dieses ultrademokratischen

---

Aus Cicero's Citaten geht hervor, dass die curulischen Magistrate der dort behandelten Männer in dem Annalis des Libo verzeichnet waren.

[1] Aus diesem Jahre stammen die meisten Briefe an Paetus (IX 15 — 20. 23. 26); später (709 und 711) sind geschrieben IX 22 und 24; nur einer (IX 25) ist aus dem Jahre 704.

[2] Ich verweise auf die sehr eingehende Darlegung von Voigt a. a. O. S. 128 ff., über 'die Quellen der Königsgeschichte des Dionys', deren Resultat mir gesichert scheint, so bestreitbar die Einzelausführungen sind.

[3] Die Fälschung betreffs der Censur haben de Boor, *fasti censorii* p. 36 ff. und Unger a. a. O. S. 650 ff. in Abrede zu stellen gesucht; vgl. dagegen Mommsen St.-R. II³ S. 335 A. 1.

[4] Dies thut Virck: Die Quellen des Livius und Dionysios für die älteste Geschichte der römischen Republik (Strassburg 1877) S. 42 ff., der das Interesse des Macer an den Papiriern durch Beziehungen zu seinem Parteigenossen Cn. Papirius Carbo erklären will.

Schriftstellers; sodann — und das scheint mir besonders gegen seine Autorschaft ins Gewicht zu fallen — müsste man doch annehmen, wenn Macer zugleich mit den Consuln des Jahres 310 = 444 auch diese priesterlichen Papirier gefälscht hätte, dass sie Cicero ebenso, wie jene, hätten bekannt sein müssen, während, wie wir sahen, das Gegentheil sich mit Sicherheit aus seinem Stillschweigen folgern lässt. Dagegen steht es fest, dass Cicero das Werk des Antias weder citirt, noch benutzt hat,[1] während andererseits Asconius, der dem Oberpontifex des Jahres 305 = 449 den Namen Papirius giebt, an zwei Stellen (p. 12, 1 und 61, 22 ed. Kiessling) sich gerade auf Antias als Gewährsmann beruft. Handelte es sich hier um die Valerier, so würde an der Autorschaft des Antias kein Zweifel sein, während ein Motiv, dem Papirischen Geschlecht zu diesen Ahnen zu verhelfen, für Antias allerdings nicht zu erweisen ist, da wir über seine Beziehungen zu den zu seiner Zeit lebenden Papiriern nichts wissen. Die Art der Mache, die Papirier zu den ersten Inhabern der vornehmsten Priesterthümer zu stempeln, ist jedesfalls dieselbe, wie sie Antias betreffs des Valerischen Geschlechts für zahlreiche Ehrenstellen angewandt hat.[2] Möglich ist ja freilich, dass die Fälschung von dem uns unbekannten Veranstalter der Sammlung der Königsgesetze auf eigene Hand begangen worden ist, um derselben ein ehrwürdigeres Ansehen zu geben. An eine alte Familientradition der Papirier aber zu glauben, weil bereits im zweiten Punischen Kriege einige Mitglieder dieses Geschlechts Priesterstellen bekleidet haben[3], liegt nicht der geringste Grund vor. Wäre es unzweifelhaft, dass der als Commentator des Ius Papirianum von dem Juristen Paulus genannte Granius Flaccus mit dem Verfasser des an Caesar gerichteten Buches *de indigitamentis*[4] identisch sei, so wäre die Existenz der Sammlung wenigstens für das Ende der Republik sicher bezeugt.

---

[1] Holzapfel hat in der Rivista di storia antica 1899 n. 1—2 und n. 4 sogar zu erweisen gesucht, dass Antias sein Werk erst nach Caesar's Tod veröffentlicht habe; vrgl. dagegen Münzer ebenda n. 3 und Zingler, de Cicerone historico p. 14 ff. Zur Entscheidung der Frage reichen die Fragmente des Antias nicht aus.

[2] Vgl. Münzer, De gente Valeria p. 62 ff.

[3] Livius XXV, 2 zum Jahre 541 = 213: *mortui eo anno sunt C. Papirius C. f. Masso pontifex et C. Papirius L. f. Masso decemvir sacrorum*; daran knüpft Pais Storia di Roma I, 1 p. 36 A. 5 die Vermuthung: '*il materiale raccolto da Papirio del III secolo può essere stato elaborato e ripubblicato da un Papirio del I nello stesso modo che l' annalista Licinio dovette far tesoro del materiale raccolto dal famoso pontefice dell' età di Annibale*'. Die *lex vetus tribunicia* des Q. Papirius über die Consecration kann ebenfalls nicht in Betracht kommen, schon weil sie von einem plebejischen Papirier herrührt.

[4] Censorinus *de die natali* c. 3, wo wohl unter Caesar der Dictator zu verstehen sein wird. Ganz in der Luft schwebt die von Voigt (a. a. O. S. 127) als sicher angenommene Identification mit dem bei Dyrrachium auf Caesar's Seite gefallenen Ritter A. Granius (nicht Flaccus, wie Voigt behauptet) aus Puteoli.

Aber diese Identification beruht nur auf der Gleichheit des Namens, und Cicero hat, wie wir gesehen haben, noch kurz vor Caesar's Tod von dem Ius Papirianum keine Kunde gehabt.

An der Priorität der Manilischen Monumenta vor dem Ius Papirianum kann demnach kein Zweifel bestehen. Sicherlich sind sie, wie auch aus der Art der Erwähnung bei Cicero hervorgeht, die erste Sammlung Numanischer Gesetze gewesen, wenn auch einzelne derselben schon früher im Umlauf gewesen sein werden.[1] Zeugt doch von dem grossen Interesse, das den angeblich Numanischen Satzungen entgegengebracht wurde, die bekannte Fälschung der Sarkophage mit den Numanisch-Pythagoreischen Schriften im Jahre 573 = 181. Auch nach der Publication des Ius Papirianum sind, wie das Zeugniss des Pomponius erweist, die Monumenta des Manilius erhalten geblieben, ihr Inhalt ist aber gewiss grossentheils in diese Sammlung der Königsgesetze übernommen worden.

[1] Ein Gesetz des Numa citirt zuerst der Zeitgenosse des Manilius, der Annalist Cassius Hemina bei Plinius n. h. 32, 20, der es freilich bereits aus der Manilischen Sammlung entnommen haben könnte.

Ausgegeben am 15. Januar.

1903.
II.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

---

8. Januar. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

---

1. Hr. Schulze las über: *Caulophacus arcticus* (Armauer Hansen) und *Calycosoma gracile* F. E. Sch., n. sp. (Abh.)

Eine von der Norwegischen Norske Nordhavs Expedition bei den Shetlands-Inseln in 1977^{m} Tiefe gefundene Hexactinellide, welche von Armauer Hansen als *Hyalonema arcticum* beschrieben war, wird auf Grund genauerer Untersuchung des im Museum zu Bergen aufbewahrten Materials zur Gattung *Caulophacus* gestellt. Eine andere Hexactinellide, welche bei der Sunda-Insel Timor an einem aus 421^{m} Tiefe heraufgeholten Telegraphenkabel sitzend gefunden ist, wird unter der Bezeichnung *Calycosoma gracile* F. E. Sch., n. sp. eingehend beschrieben.

2. Hr. van't Hoff las über eine mit Hrn. Dr. Just durchgeführte Untersuchung des hydraulischen oder sogenannten Estrichgipses. (Ersch. später.)

Die Arbeit bildet den Abschluss der Untersuchung von Gips und Anhydrit (diese Sitzungsberichte 1900, 559; 1901, 570, 1140); die als Brennproduct aus natürlichem Gips erhaltene Anhydritform, welche als Estrichgips bezeichnet wird, unterscheidet sich von natürlichem Anhydrit und von todtgebranntem Gips durch die Fähigkeit zum Abbinden. Letztere verdankt derselbe der krystallinischen Structur, welche auf Pseudomorphosen nach dem Halbhydrat $CaSO_4 \frac{1}{2}H_2O$ hinweist, und der beim Brennen eingehaltenen Temperatur.

3. Hr. Schulze überreichte eine Neubearbeitung seiner drei in den Abhandlungen der Jahre 1894, 1895 und 1900 publicirten Mittheilungen über »Hexactinelliden des Indischen Oceanes«, welche von der Direction des Indian Museum in Calcutta in englischer Übersetzung unter dem Titel »An account of the Indian Triaxonia« im Jahre 1902 herausgegeben ist; derselbe legte ferner die 16. und 17. Lieferung des Werkes »Das Thierreich« vor, enthaltend: *Cyclophoridae* von W. Kobelt und *Callidulidae* von A. Pagenstecher.

Ausgegeben am 15. Januar.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.



SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

III.

15. Januar 1903.

BERLIN 1903.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«.

§ 1.

2. [illegible] regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung [illegible]

§ 2.

[illegible]

§ 3.

[illegible]

§ 4.

[illegible]

§ 5.

[illegible]

§ 6.

[illegible]

§ 7.

[illegible]

[illegible] oder der betreffenden [illegible]

§ 8.

[illegible] nur auf besonderes [illegible] Die Verfasser verzichten damit [illegible] nach acht Tagen.

§ 11.

[illegible] »Wissenschaftlichen [illegible] unentgeltlich [illegible] Umschlag, auf welchem [illegible] mit Jahreszahl, Stück- [illegible] des Verfassers stehen. [illegible] zwei [illegible] Umschlag fort [illegible] der Akademie [illegible] zur Zahl von zwei- [illegible] zu [illegible] 200 Exem- [illegible]

§ 12.

[illegible] Sitzung [illegible] alle [illegible] zu benutzen. [illegible] re- [illegible] der [illegible] Akademie oder [illegible] kann, [illegible]

§ 13.

[illegible] für den Inhalt des [illegible] jedoch nicht [illegible] der [illegible] Für diese wie für alle übrigen Theile der Sitzungsberichte sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.

[illegible]

1903.
III.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

15. Januar. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Vahlen.

1. Hr. Sachau las: Der erste Chalife Abu Bekr. Eine Charakterstudie.

Um zu einer gerechten Würdigung dieser welthistorischen Persönlichkeit zu gelangen, sind alle wichtigen Momente seines Lebens, welche geeignet sind einen Einblick in seinen Charakter zu gewähren, auf Grund der ältesten Quellen untersucht, sein Verhältniss zu Muhammed, sein Chalifat, im Besonderen seine Thätigkeit gegenüber dem nach Muhammed's Tode ausbrechenden Aufstande, sowie sein Verhältniss zu seinem Freunde und Nachfolger Omar.

2. Die HH. Koser und Lenz überreichten zum Abdruck in den Abhandlungen das Manuscript »Das Königlich Preussische historische Institut in Rom in den ersten 13 Jahren seines Bestehens 1888—1901. Von Walter Friedensburg«.

3. Hr. Diels überreichte im Namen der Verfasser: F. A. Gevaert et J. C. Vollgraff, Les Problèmes musicaux d'Aristote. Gand 1903 (Schlusslieferung) und L. Coutourat, Opuscules et fragments inédits de Leibniz. Paris 1903.

4. Die philosophisch-historische Classe hat zu wissenschaftlichen Unternehmungen bewilligt: Hrn. von Wilamowitz-Moellendorff zur Aufnahme von Graffiti in Aegypten 1500 Mark; Hrn. Privatdocenten Dr. Joseph Horovitz in Berlin zur Herausgabe der Gedichte des arabischen Dichters Kumait 500 Mark.

Der erste Chalife Abu Bekr.

Eine Charakterstudie von Eduard Sachau.

Als Muhammed anfing seinen Landsleuten die Nichtigkeit der Götzen von Holz und Stein zu predigen, um sie im zweiten Jahrzehnt darauf zu zertrümmern, war in den asiatischen Provinzen des Römerreiches der Sturz der Idole schon längst zur vollendeten Thatsache geworden. Das Zeitalter Justinian's hatte in letzter Instanz durch Männer wie Johannes von Ephesus, den Heidenapostel und Götzenzertrümmerer, mit allen Götterstatuen gründlich aufgeräumt, und als Muhammed geboren wurde, um 569, 570, dürften sie in den Tempeln Mesopotamiens, Syriens und Aegyptens, selbst in den abgelegensten Gauen, sofern sie sich nicht als Heiligenstatuen in die neue Zeit hinübergerettet hatten, fast vollständig verschwunden gewesen sein. »Die Götzen der ganzen Welt«, sagt ein arabischer Historiker[1], »waren gestürzt und die früher angebeteten Feuer erloschen«. Diese Thatsache musste ihre Wirkungen weithin ausstrahlen, nicht allein über die an den römischen Reichsgrenzen siedelnden Beduinenstämme, sondern auch über die Araber im Ḥiğâz, welche von Alters her Handelsbeziehungen mit Syrien pflegten. Wenn Muhammed erklärte, es giebt keinen Gott ausser dem Gott, so ist das im Grunde dasselbe, was man in Syrien auf Inschriften lesen konnte: εἷς θεὸς μόνος, ein Parteischlagwort, welches die Christen gegen die Heiden richteten.[2]

Aber auch in den Süden von Muhammed's Heimat war das Christenthum eingezogen, in grosse Gebiete von Südarabien, Jemen und Nağrân. Auch dort waren die Götterbilder gefallen, zum Entsetzen ihrer früheren Anbeter, aber ohne in ihrem Sturz ihre Verderber zu verderben. Ebenso waren alle Länder an den westlichen Gestaden des Rothen Meeres längst christlich. Es soll hier auf die anderweitige Verbreitung des Christenthums unter Arabisch redenden Völkern und in den Grenzländern des arabischen Continents nicht eingegangen werden, nicht auf die Thatsache, dass Babylonien in der Hauptsache ein christliches Land war, nicht auf die bisher wenig beachteten Spuren des Christenthums

---

[1] Ibn Wâḍiḥ II, 22.

[2] Vogüé, Syrie Centrale, Architecture civile et religieuse I S. 9.

in Ostarabien, Baḥrain und den Inseln des Persischen Meerbusens, noch auf das Judenthum im nördlichen Ḥiǵâz wie in Südarabien. Es genügt darauf hinzuweisen, dass das westarabische Heidenthum in gewissem Sinne eine Enklave, eine Insel zwischen dem Christenthum und Judenthum im Norden und Süden bildete, dass daher von vielen Seiten geistiges Gut nach Mekka einströmen musste, welches denkenden Köpfen zum Bewusstsein bringen konnte, dass die Zeit der Götter aus Holz und Stein vorüber war, da der einige Gott, der Himmel und Erde geschaffen, sie überwunden hatte, und dass das religiöse Wesen und Treiben, wie es von Alters her in Mekka und seinem Heiligthum üblich war, weit hinter demjenigen der übrigen Welt zurückgeblieben war. Dies ist die geistige Atmosphäre, in der die Vorboten Muhammed's lebten, Männer, die uns von der Überlieferung als unzufrieden mit dem bestehenden Heidenthum, als nach einer höheren Art der Religion begierig und forschend geschildert werden.[1] So wurde die Zeit reif für Muhammed's Predigt, und so erklärt es sich, dass das Heidenthum dem neuen Glauben nur einen so auffallend geringen Widerstand entgegengesetzt hat, dass gegen Ende von Muhammed's Leben, gut zwanzig Jahre nach seinem ersten Auftreten, schon fast der ganze arabische Continent den Islam gekannt und angenommen hatte, ferner dass in dem Jahr nach seinem Tode, als manche Stämme von ihm abfielen, dieser Abfall nirgendwo als ein Versuch der Restauration des Heidenthums auftrat und dass weder gegen den Monotheismus noch gegen irgend einen anderen Theil der Lehre Muhammed's Widerspruch laut wurde. Die Opposition zeigte sich vielmehr nur darin, dass man die von ihm auferlegte Gemeindesteuer als lästig empfand und abwerfen wollte, und dass Andere, durch Muhammed's Erfolg angeregt, ähnliche Lehren vortragen und eine ähnliche Rolle spielen zu können vermeinten. Das arabische Heidenthum kann nur noch eine sehr geringe Macht über den Geist seiner Bekenner gehabt haben; mit den letzten Lebensjahren Muhammed's ist es wie in einer Versenkung verschwunden.

Erscheint uns der Gründer der neuen Religion dadurch ausgezeichnet, dass Zeit und Umstände den Boden für seine Thätigkeit vorbe-

[1] Den einen von ihnen, Zaid Ibn ʿAmr, hat Muhammed nachträglich in seinen Himmel aufgenommen. Der religiöse Sinn vererbte sich von Vater auf Sohn. Zaid's Sohn, Saʿîd wurde einer der ältesten und vertrautesten Freunde Muhammed's und von ihm durch die Zusicherung ewiger Seligkeit ausgezeichnet. Ein anderer Anhänger Muhammed's aus ältester Zeit, ʿUbaid-Allâh Ibn Ǧaḥš scheint vorher Christ gewesen zu sein. Er flüchtete mit Anderen vor den Verfolgungen der Mekkaner nach Abessinien und starb dort, nicht ohne vorher zum Christenthum zurückgekehrt zu sein. Seine Wittwe Umm Ḥabîba, die Schwester des ersten Omajjadischen Chalifen Muʿâwija, wurde Muhammed's Frau, ihm so ergeben, dass sie um seinetwillen, obwohl sie ihn mit mehreren anderen Frauen theilte, ihren Vater, als er in höchster Noth sie um ihre Vermittelung bat, im Stich liess.

reitet hatten, so ist er noch durch einen anderen Umstand besonders begünstigt und vor vielen hervorragenden Männern der Geschichte ausgezeichnet, dadurch, dass eine ungewöhnlich grosse Anzahl ebenbürtiger Helfer ihm zur Seite stand. Muhammed und seine Genossen repräsentiren eine Summe von Hingebung an eine grosse Idee und Aufopferungsfähigkeit bis zum Äussersten, Tapferkeit und Energie, Talent und Glück, welche kaum auf einem anderen Blatt der Geschichte zu finden ist, und die zu allen Zeiten im Stande gewesen sein dürfte, eine bestehende Weltordnung in neue Bahnen zu lenken. Nach meiner Überzeugung wird der Fortschritt der Studien über die Genesis des Islams Muhammed immer bedeutender hervortreten lassen, um so mehr, je genauer wir diejenigen Männer kennen lernen, welche er für sich zu gewinnen wusste, Männer, die ihn in allen seinen privaten und öffentlichen Verhältnissen zum Theil von früher Jugend an auf das genaueste kannten, die sich in einer Zeit, als weltliche Vortheile nicht von ihm zu erhoffen waren, und später, als er einen jahrelangen, bitteren Kampf gegen Noth und Verfolgung kämpfte, an ihn anschlossen und sich ihm unterordneten, welche bereit waren Gut und Blut für ihn zu opfern und geopfert haben, allen voran die edlen Gestalten seines Oheims Ḥamza und des am Berge Uḥud unter der Fahne zusammenbrechenden Muṣʿab Ibn ʿUmair, seines ersten Apostels. Den Ehrenplatz in diesem stolzen Kreise grosser Männer nimmt derjenige ein, der im Koran angedeutet und seitdem in der muhammedanischen Welt bekannt ist unter der Bezeichnung der eine von zweien. In Bezug auf die Flucht Muhammed's von Mekka nach Medina heisst es im Koran Sure 9, 40: »*damals als die beiden in der Höhle waren, als er (Muhammed) zu seinem Genossen sprach: Sei nicht bekümmert. Gott ist mit uns.*« Dieser Genosse ist Abu Bekr, nach meiner Ansicht zugleich der erste Muslim in dem Sinne, dass er der erste erwachsene Mann ausserhalb Muhammed's Familie war, der den neuen Glauben annahm, denn wenn auch zweifellos sein Vetter Ali ausser seiner Frau Chadîǵa und seinem Adoptivsohn Zaid[1] schon vorher mit ihm gebetet und seinen übrigen religiösen Anforderungen entsprochen hatte, so war er damals noch ein Knabe, etwa 9—10 Jahre alt, während Abu Bekr, als er sich Muhammed beigesellte, ungefähr 40, 41 Jahre alt gewesen sein muss.[2] Welche Gründe es waren, die ihn, den wohlhabenden

---

[1] Als Zaid bei Mu'ta im Sommer 632 fiel, soll er 55 Jahre alt gewesen sein Er war also 8 Jahre jünger als Muhammed, 6 Jahre jünger als Abu Bekr, und war von Muhammed adoptirt, bevor dieser noch als Prophet auftrat (Ibn Saʿd 31, 10; 160, 16 in dem Theil, der die Vitae der Bedr-Kämpfer enthält).

[2] Angenommen dass sein Beitritt etwa im Jahre 611, 612 stattgefunden habe, denn als er starb (634), war er 63 Jahre alt.

Kaufmann, zum Anschluss an Muhammed bewegten, darüber schweigt die Tradition. Nur ein später Commentator[1] glaubt zu wissen, ohne indess seine Quelle anzugeben, dass ihm von Gott ein Traum zugekommen sei, der bestimmend auf ihn eingewirkt habe. Das aber lässt die Tradition Muhammed aussprechen, dass Abu Bekr seine Aufforderung sofort und ohne irgendwelches Bedenken, Zaudern oder Schwanken angenommen habe, während alle anderen, die seinem Rufe gefolgt, zuerst solche Zeichen der Unentschiedenheit an den Tag gelegt hätten. Man kann hinzufügen, dass wie zu Anfang, so bis an seines Lebens Ende Abu Bekr Muhammed gegenüber niemals einen Moment des Zweifelns oder Bedenkens gehabt hat, auch dann nicht, wenn alle anderen an ihm irre wurden, wie z. B. als er seinen Traum von der Himmelfahrt als leibhaftiges Wunder deutete oder als er den räthselhaften Vertrag von Ḥudaibijâ abschloss, und es ist ein glänzendes Zeugniss für die Macht seiner Persönlichkeit, dass allemal einige Worte von ihm genügten, um die wankelmüthigen und zu Bedenken geneigten, unter ihnen den Feuergeist Omar, zu voller Übereinstimmung und bedingungslosem Gehorsam zurückzuführen. Materieller Art können die Motive Abu Bekr's nicht gewesen sein, denn er war ein wohlhabender, angesehener Mann und hätte durch Muhammed keine besonderen Vortheile erlangen können. Sein Beitritt war auch nicht die That eines urtheilsunfähigen, denn er war im Besitze der Bildung seiner Zeit, konnte lesen und schreiben und war als trefflicher Genealoge und Traumdeuter geschätzt.[2] Nur das aufrichtige Verlangen nach einer höheren, besseren Form der Religion kann Abu Bekr in die Arme Muhammed's geführt haben, und der Zauber von dessen räthsel- und gegensatzvoller Persönlichkeit muss ihn mit der Überzeugung durchdrungen haben, dass hier eine unmittelbare Einwirkung Gottes vorliege und dass Muhammed sein auserwähltes Werkzeug sei. Abu Bekr's Freundschaft gereicht Muhammed zur grössten Empfehlung. Sein Beitritt erlangte auch dadurch eine fundamentale Bedeutung, dass, direct oder indirect von ihm beeinflusst, fünf andere Männer sich an Muhammed's Seite stellten, die Erzväter des Islams. Othman, der nicht lediglich nach der letzten Hälfte seines Chalifats

[1] Alsuhailî in den Anmerkungen zu Ibn Isḥâḳ S. 55, 3. Es ist mir nicht ersichtlich, aus welcher Quelle Ibn Ḥaǵar II, 828, 4 v. u. schöpft, wenn er sagt, dass Abu Bekr schon ein Jahr vor der Erweckung zu Muhammed in Beziehung getreten sei. Die von Theophanes ed. De Boor 333 behauptete Verwandtschaft zwischen beiden Männern reducirt sich darauf, dass sie nach der Genealogie der Araber in der achten Generation auf denselben Vorfahren Murra zurückgeführt werden.

[2] Er verstand sich auf Reim und Metrum und half dem Ḥassân bei dem Dichten (Alwâḳidî, üb. von Wellhausen S. 376, 328). Kein Wunder daher, dass ihm sogar Gedichte beigelegt werden (Ibn Isḥâḳ 416, 15; Albelâdhorî S. 11, 21). Bekanntlich wurde er von Muhammed und Anderen um die Deutung ihrer Träume angegangen (Ibn Isḥâḳ 873, 18—20; Ibn Sa'd 125; Alwâḳidî 230; Ṭabarî I, 1673).

beurtheilt werden darf, Alzubair, ein Vetter Muhammed's, Abderrahman Ibn ʿAuf, den Omar als Chalife für die wichtigsten Geschäfte zu seinem Vertreter wählte, Saʿd Ibn Abî Waḳḳâs, der waffenkundige, der für den Islam den ersten Bogenschuss gethan, weniger Theologe, aber ein grosser erfolgreicher Heerführer, und Ṭalḥa, der in der Schlacht am Berge Uḥud, als Muhammed verwundet wurde und allgemeine Flucht eintrat, bei ihm ausharrte und ihn vertheidigte. Mit Abu Bekr nahm auch seine Familie den neuen Glauben an, unter ihnen seine älteste Tochter Asmâ, das Mädchen mit dem Gürtel, wie sie in der Tradition heisst, da sie ihrem Vater und Muhammed, welche nach der Flucht aus Mekka in der Nähe in einer Höhle verborgen waren, heimlich Lebensmittel bringen wollte, in Ermangelung von etwas anderem ihren Gürtel dazu verwendete die Sachen zusammenzubinden, dieselbe, die nach dem Bekanntwerden der Flucht in Mekka von dem rohen Abû Ǧahl, als er sie fragte, wo ihr Vater sei und sie erklärte es nicht zu wissen, geohrfeigt wurde, dass ihr Ohrring davonflog.[1] In der Tochter lebte der Heldengeist des Vaters fort. Als hochbetagte Greisin bestimmte sie ihren Sohn, Abdallah Ibn Alzubair, im October 692, nachdem er als Gegenchalife gegen den omajjadischen Chalifen in Damascus von Mekka aus einen grossen Theil der islamischen Welt zehn Jahre lang beherrscht hatte, von den Feinden umzingelt, von den meisten Anhängern verlassen, dem bitteren Ende entgegensehen musste, im letzten aussichtslosen Kampfe mit dem Schwerte in der Faust und ohne Panzer den ehrlichen Soldatentod zu suchen.

In seiner äusseren Erscheinung war Abu Bekr nicht gleich Omar ein Hüne. Seine Tochter ʿÂʾiša nennt ihn einen schmächtigen Mann mit schwacher Stimme. Er war mager, hatte wenig Fleisch auf den Knochen, von heller Gesichtsfarbe. Der Backenbart war spärlich, während das Haupthaar reichlich gewesen sein muss. Seine Gestalt war etwas vornüber geneigt, so dass sein Rücken gebogen war. Sein ʾizâr (Lane: *waistwrapper*) sass ihm nicht stramm, sondern schlotterte um seine Hüften. In seinem Gesicht traten die Knochen hervor, die Augen lagen tief, die Stirn trat stark hervor. Auf der äusseren Fläche seiner Hände war so wenig Fleisch, dass die Venen deutlich hervortraten. Sein früh ergrautes Haar, Bart- und Haupthaar, ergraut schon damals, als er nach Medina kam, färbte er (rothbraun) mit Hennâ = *Lawsonia inermis* und mit Katam (φιλλυρέα, französisch *troëne*), während von Muhammed ausdrücklich bezeugt wird, dass sein Haar niemals weiss geworden, er daher kein Bedürfniss nach solchen Färbemitteln gehabt habe. Wie gross Abu Bekr war, scheint die Tradition nicht

---

[1] Ibn Isḥâḳ 329.

mehr zu wissen, vermuthlich mittelgross wie Muhammed, denn eine gewisse äussere Ähnlichkeit zwischen beiden dürfte vorhanden gewesen sein. Als sie am Ende ihrer Flucht in dem Dorfe Ḳubâ südlich von Medina angekommen, sich im Schatten einer Palme niederliessen, konnten die sie umstehenden Einheimischen sie nicht von einander unterscheiden, obgleich, wie angedeutet wird, wenigstens einige von ihnen Muhammed schon vorher gesehen hatten. Erst als der Schatten über Muhammed wich und Abu Bekr sich erhob, um ihn mit seinem Mantel gegen die Sonne zu schützen, merkten sie, wer der Bote Gottes war.

Die tiefernste Frömmigkeit dieses hohläugigen Mannes, die keine Bedingung oder Einschränkung kannte, beeinflusste in ihren Äusserungen, z. B. bei dem Beten, andere Menschen in sympathischer Weise, flösste ihnen Achtung ein, brachte sie zum Nachdenken und reizte sie zur Nachfolge. Wenn er an dem Thor des Hauses in Mekka betete, so erzählt seine Tochter, betete mit Worten des Korans, dann brachte er die umstehenden Kinder, Knechte und Weiber zum Weinen; in dem Grade wurden sie von dem Zauber seines Wesens bewegt. Dies hatte zur Folge, dass die Feinde sich beschwerdeführend an seinen derzeitigen Beschützer Ibn Aldughunna wendeten. »Du willst doch wohl den Mann nicht beschützen, um uns zu schaden. Wenn er betet und den Koran hersagt, wird er tief davon ergriffen und hat dann eine Art und Weise, dass wir wirklich fürchten, er verleitet uns unsere Weiber, Kinder und Dummköpfe.« Die Beschwerde hatte Erfolg. Ibn Aldughunna kündigt ihm seinen Schutz. Abu Bekr kehrt in sein eigenes Haus zurück, um allein und ohne fremde Hülfe auf sich zu nehmen, was sein Glaube ihm auferlegen wird.[1]

Er muss eine in hohem Grade sensitive Natur gewesen sein. Nicht allein dass andere Menschen sein Gebet zum Weinen brachte, sondern auch er selbst wurde im Gebet, bei dem Vortrag eines Koranstückes zu Thränen bewegt. Als Muhammed erkrankte, befahl er, dass Abu Bekr an seiner Statt mit der Gemeinde beten solle, wogegen indessen seine Frau ʿÂʾiša, Abu Bekr's eigene Tochter, Einwendungen erhob. »Siehe, Abu Bekr ist ein weichherziger Mann von schwacher Stimme, der viel weint, wenn er den Koran vorträgt, und sich vor Weinen den Leuten nicht verständlich machen kann.«[2] Aber nicht allein bei dem Gebet, sondern auch bei anderen Anlässen weinte er, nicht allein aus frommer Ergriffenheit, sondern auch vor Schmerz und Freude.[3]

---

[1] Ibn Isḥâḳ 246.

[2] Ibn Isḥâḳ 1008, 15. Ibn Saʿd 127, 16. 18.

[3] Bei Ṭabarî I, 1499, 5—7 wird berichtet, dass Muhammed im Schmerz um den Verlust eines Freundes nicht zu weinen pflegte, sondern nur seiner Erregung da-

Als Muhammed einst in früher Periode seines Auftretens im Tempel von den Gegnern wegen ihrer Angriffe auf ihre Religion zur Rede gestellt wurde, wobei es zu Thätlichkeiten gekommen sein muss, stellte sich Abu Bekr vor ihn und sprach weinend: »Wollt ihr einen Mann tödten, der da spricht: Mein Herr ist Allah«. Abu Bekr kam mit arg zerzaustem Haupt- und Barthaar nach Hause. — Als Muhammed ihm verkündigte, dass sein Gott ihm die Auswanderung nach Medina gestattet habe, und ihn, der dieselbe schon seit einiger Zeit vorbereitet hatte, zu seinem Begleiter erkor, weinte dieser vor Freude. — Nachdem Muhammed für die bei Bedr gefangenen Mekkaner das Lösegeld angenommen, findet Omar den Muhammed und Abu Bekr weinend. Ob vielleicht deshalb, dass bei dieser Gelegenheit die Werthschätzung der Muslims von irdischer Habe (es war dies die erste Beute, die ihnen zufiel) etwas ungebührlich aufgetreten war?[1] — Sa'd Ibn Mu'âdh lag sterbend in der Moschee. An seinem Lager weinen Abu Bekr und Omar, und 'Â'iša konnte in ihrer Wohnung neben der Moschee an der Art des Weinens ihren Vater von Omar unterscheiden.[2] — Als Muhammed mit verbundenem Kopf seine letzte Predigt hielt, sprach er in Worten, welche Abu Bekr speciell auf sich beziehen zu sollen glaubte, und brach in Thränen aus.[3] — Nach Muhammed's Tod entstand sofort ein Erbschaftsstreit. Ali beanspruchte für seine Frau Fâṭima den Landbesitz ihres verstorbenen Vaters in Fadak kraft ihres Erbrechts zu rein persönlichem Besitz, während Abu Bekr erklärte, Muhammed habe diesen Besitz zu einer frommen Stiftung für seine Familie gemacht[4], und dabei müsse es bleiben. Ali und die Seinigen verweigerten ihm darauf die Huldigung. Sechs Monate später starb Fâṭima, und die Feindschaft war so gross, dass man Abu Bekr nicht einmal Gelegenheit gab ihr die letzte Ehre zu erweisen. Mit dem Tode seiner Frau hatte Ali einen Theil seines Nimbus verloren. Er fühlte sich nun bereit, mit Abu Bekr zu paktiren und lud ihn, er der jüngere

durch Ausdruck gegeben habe, dass er sich mit der Hand an den Bart fasste. Dies ist aber zu berichtigen. Er weinte z. B. über den Tod seines Adoptivsohnes Zaid (Ibn Sa'd 32, 16) und bei dem Anblick der Waisen seines Vetters Ğa'far Ibn Abî Ṭâlib (Alwâḳidî S. 213).

[1] Vergl. Sure 8, 68: »Ihr wollt die vergängliche Habe des Diesseits, Gott aber will das Jenseits«. Vergl. dazu Alkaššâf ed. Lees I, 310 oben und Alwâḳidî S. 69. 78. H. Hirschfeld, New researches into the composition and exegesis of the Qoran, London 1902, S. 112 bezieht diese Stelle auf die Ereignisse nach der Vernichtung der Banû Ḳainuḳâ.

[2] Ṭabarî I, 1499, 3.

[3] Ibn Isḥâḳ 1006, 8.

[4] Muhammed soll geäussert haben: »Wir werden nicht beerbt. Unsere Hinterlassenschaft ist eine ἐλεεμοσύνη, von diesem Gut soll sich das Geschlecht Muhammed's nähren«, d. h. es soll nicht die Substanz, sondern nur der Nutzen dem Geschlechte Muhammed's zukommen. Vergl. Ṭabarî I, 1826, 10. 14. 15; Albelâdhorî S. 30. 31; Ibn Wâḍiḥ II, 142, 5.

den viel älteren Mann und anerkannten Chalifen zu sich in die Wohnung. Der versöhnliche Abu Bekr entsprach der Einladung, gegen den Wunsch Omar's, und als nun Ali zu ihm von seiner Verwandtschaft mit dem Boten Allah's sprach, war Abu Bekr nicht mehr seiner Thränen mächtig. In der That, ein hochtragischer Conflict! Welche Seelenkämpfe mag es dem edlen, feinfühligen Manne gekostet haben, dem einzigen Kinde seines seligen Freundes entgegentreten zu müssen![1]

Als er im Rağab des Jahres 12 (Sept.-Oct. 633) auf der kleinen Wallfahrt nach Mekka kam, erschienen vornehme Mekkaner ihn zu begrüssen, und als sie bei diesem Anlass Muhammed's gedachten, fing er an zu weinen, vermuthlich in der bitteren Erinnerung an all die Unbill, welche die Familien derselben Männer seinem todten Freunde angethan hatten. Als er dann vom Hause seines Vaters, von vielen Menschen begleitet, zum Tempel ging, zum ersten Mal als Oberhaupt des Islams, als Stellvertreter des Boten Gottes, weinte er wiederum, überwältigt von traurigen Erinnerungen, und verliess Mekka sobald wie möglich.[2] In zwei Traditionen bei Ibn Sa'd[3] wird Abu Bekr unter Anlehnung an einen im Koran Sure 11, 77 zur Bezeichnung von Abraham gebrauchten Ausdruck beschrieben als Jemand, *der viel Ach und Weh sagte, weil er gar so mitfühlend und mitleidig war, dessen Herz immer und immer wieder zu Gott zurückkehrte.*« Das Wort, das er beständig im Munde führte war: Es giebt keinen Gott ausser Allah.[4]

So lernen wir in Abu Bekr, dem classischen Zeugen des weltgeschichtlichen Schauspiels, das sich in Mekka und Medina zwischen den Jahren 610—632 abgespielt hat, einen Mann von tiefster Frömmigkeit kennen, der in der Festigkeit seines Glaubens, in dem Gefühl beständiger Abhängigkeit von Gottes Willen wie in der gewissenhaften Erfüllung aller Gebote seines Glaubens gewiss von keinem Heiligen irgend einer Confession übertroffen worden ist, ausserdem in allen allgemein menschlichen Dingen einen Mann von weichem, mitfühlendem, leicht erregbarem Herzen, der stets zur Milde, zum Nachgeben und Vergeben neigte. Es könnte nun wohl die Frage sein, ob sich mit einer solchen Geistesverfassung auch die nöthige Kraft und Härte gepaart habe, welche den Stürmen einer heraufziehenden neuen Zeit gewachsen war. Wenn man daraufhin sein Leben untersucht, stösst man allerdings auf ein Ereigniss aus der schwersten Zeit der Mekkanischen Periode, das eine gewisse Zaghaftigkeit auf seiner

---

[1] Die Einzelheiten über diesen Conflikt gestalten sich um so reicher und peinlicher, je jünger die betreffenden Nachrichten sind.

[2] Ibn Sa'd 133, 2. 7.

[3] S. 121, 9. 11.

[4] Kâmil 338, 12.

Seite, ein Ausweichen vor den Schwierigkeiten seines graden Weges bekunden dürfte. Als die Mekkaner das ganze Geschlecht Muhammed's mit Acht und Bann belegt hatten, gab Abu Bekr auch seine Stellung in seiner Heimath verloren und wanderte aus, nicht ohne sich deshalb mit Muhammed berathen zu haben. Als er aber bald darauf auf der Wanderschaft einem einflussreichen Mekkaner, Ibn Aldughunna, begegnete und dieser ihm seinen Schutz anbot, nahm er an und kehrte mit ihm zurück.[1] Diese Auswanderung soll nur wenige Tage gedauert haben. Wie das Schutzverhältniss zu Ibn Aldughunna endete, ist bereits oben (S. 21) mitgetheilt. Das ganze übrige Leben Abu Bekr's ist ein gradliniges Vordringen nach dem einen einzigen grossen Ziele ohne Rücksicht auf Schwierigkeiten und ohne Ansehen der Person.

Sein edler Charakter fand vielfach Gelegenheit sich zu bethätigen. Er war der Helfer der Nothleidenden und Verfolgten. Es ist bekannt, dass er in Mekka mit eigenen Mitteln sieben Sclaven und Sclavinnen, die um ihres Glaubens willen gemisshandelt wurden, frei kaufte, unter ihnen den ersten Schwarzen und ersten Gebetsrufer des Islams, Bilâl.[2] Als reicher Mann war er in die islamische Bewegung eingetreten; als er aber nach Medina kam, war nur noch ein kleiner Theil seines Vermögens übrig. Da Muhammed in Mekka sein ganzes Vermögen, dasjenige seiner Frau Chadîğa, verloren hatte, gewährte ihm Abu Bekr die jeweilig nöthigen Geldmittel, so z. B. als er bald nach der Niederlassung in Medina seine in Mekka zurückgebliebene Familie nachkommen lassen wollte. Und als er einige Monate später ʿÂʾiša, die Tochter Abu Bekr's, heirathen wollte, musste ihm sein künftiger Schwiegervater die zur Morgengabe erforderlichen Mittel selbst zur Verfügung stellen. Muhammed kaufte mit Abu Bekr's Geld das Grundstück für den Bau der Moschee in Medina,[3] und für die Ausrüstung der Expedition nach Tabûk opferte Abu Bekr sein ganzes Vermögen.[4]

Obwohl von Grund aus mildherzig und gutmüthig, konnte er dennoch, wo es die Umstände zu erfordern schienen, schroff in Wort und That auftreten, namentlich gegen Heiden und Juden. Als bei der Abschlachtung der Banu Ḳuraiẓa dem letzten von ihnen das Leben

---

[1] Ibn Isḥâḳ 245. Man könnte geneigt sein, auch aus Muhammed's Worten: »Sei nicht bekümmert, Gott ist mit uns« (Sure 9, 40) zu schliessen, dass auch in der Höhle auf der Flucht sich bei Abu Bekr etwas wie Niedergeschlagenheit gezeigt habe, doch nehme ich an, dass, wenn er bekümmert war, er mehr um seinen Freund als um sich selbst bekümmert war.

[2] Abu Bekr (nach ihm Omar) sorgte für die Waisen des Asʿad Ibn Zurâra (Albeladhori 142, 4), wie vor ihm Muhammed gethan (Alwâḳidî S. 284). Asʿad, der Vorstand des mit Muhammed verwandten medinischen Geschlechtes der Banû Alnağğâr, war zu Anfang des Aufenthaltes Muhammed's in Medina gestorben.

[3] Albelâdhorî S. 6.

[4] Alwâḳidî S. 391.

geschenkt werden sollte, dieser tapfere Mann aber den Tod vorzog, um wieder mit seinen Lieben zusammenzutreffen, äusserte Abu Bekr: »Gewiss wird er wieder mit ihnen zusammentreffen — im Feuer der Hölle für alle Ewigkeit«. Einen kräftigen, für unsere Ohren unmöglichen Ausdruck schleuderte er einem Araber vom Stamme Thaḳîf, den Anbetern des Götzen Allât, in das Gesicht.[1] Er schlug dem Juden Pinehas in der Synagoge zu Medina in das Gesicht, als dieser Äusserungen that, die ihm gottlos erschienen[2], und prügelte einen seiner Knechte, weil diesem ein Kameel durchgegangen war, das Muhammed's und seine Nahrung trug.[3]

Wie nicht anders zu erwarten, nahm Abu Bekr an sämmtlichen Kämpfen Theil und ermangelte niemals des Kampfesmuthes noch der ruhigen Überlegung und des Ausharrens in kritischen Momenten, wenn Alles verloren schien. Als Muhammed in der Schlacht am Berge Uḥud verwundet zu Boden gestürzt war, gehörte Abu Bekr zu denjenigen, die bei ihm ausharrten und ihn seitwärts in eine Schlucht trugen.[4] Und als am Tage von Ḥunain früh im Morgengrauen Muhammed's Heer in wilder Panik über den unerwarteten Flankenangriff zurückfluthete und Muhammed selbst an der Seite des Thales Posto fassend der Flucht Einhalt zu thun suchte, fehlte Abu Bekr nicht unter den wenigen Getreuen, die ihn umgaben.[5] Auf der Expedition nach Tabûk trug er das schwarze Hauptbanner[6], tritt aber sonst in militärischer Beziehung nirgendwo besonders hervor. Als einfacher Krieger zieht er aus, sei es mit Muhammed, sei es ohne ihn, aber in letzterem Fall stets unter dem Oberbefehl anderer, welche Muhammed für die berufenen Feldherren ansah. Es ist charakteristisch für den ältesten Islam, dass in die Wahl der Feldherren die sonst Alles beherrschende Theologie nicht hineinspielte, dass diese vielmehr lediglich wegen ihrer militärischen Talente ausgewählt wurden, einerlei ob ihr Glaube besonders schön war oder nicht, und ohne Rücksicht darauf, wie sie sich in früheren Jahren gegen Muhammed und den Islam benommen hatten. So nahm Abu Bekr Theil an einer Expedition, die von ʿAmr Ibn Alʿâṣ befehligt wurde, obgleich dieser noch kurz vorher zu den gefährlichsten Feinden des Islams gezählt hatte.[7] Allerdings wird auch

---

[1] Alwâḳidî S. 250, Ṭabarî I, 1536, 10.
[2] Ibn Isḥâḳ 388, 17.
[3] Alwâḳidî S. 424.
[4] Ibn Isḥâḳ 574, 18. 19.
[5] Ibn Isḥâḳ 845, 2.
[6] Vielleicht bei auch Muraisîʿ (Alwâḳidî S. 176).
[7] Siehe den Zug nach Dhât Alsalâsil (Alwâḳidî 315; Ṭabarî I, 1604). Von einem Conflict zwischen den beiden Männern auf diesem Zuge weiss Ibn Wâḍiḥ II, 80, 3 ff. zu berichten. Der Vater des ʿAmr handelte mit Mänteln (Ibn Wâḍiḥ II, 80, 7).

berichtet, dass Abu Bekr einige Expeditionen selbst befehligt habe, diese aber waren nur von sehr geringer Bedeutung.[1] Bei der Belagerung von Chaibar kämpfte Abu Bekr zuerst, aber ohne Erfolg; er hoffte von Muhammed mit dem Obercommando betraut zu werden, aber Ali, obwohl augenkrank, erhielt es und Ali brachte die gewünschte Entscheidung.[2]

Das Verhältniss zwischen Abu Bekr und Muhammed kann kaum zu intim gedacht werden. Abu Bekr geht ganz in Muhammed auf, er verschwindet im Schatten Muhammed's. In der Mekkanischen Periode besuchte ihn Muhammed in seinem Hause täglich Morgens und Abends, und als er eines Tages um die Mittagszeit erschien, schloss Abu Bekr's Tochter Asmâ, dass etwas ungewöhnliches im Werke sei. Und so war es auch, es wurde die Flucht verabredet. In dieser älteren Zeit erscheint Muhammed als ein schwaches, mehr zum Ertragen als zum Angriff veranlagtes, ganz von seinen Idealen beherrschtes, im praktischen Leben unbrauchbares, etwas unmündiges Wesen, dagegen Abu Bekr, obwohl jünger, als der erfahrene Mann des praktischen Lebens, der die schützende und helfende Hand über ihn halten musste. Jedenfalls war es Abu Bekr, der mit seiner Familie, seinen Knechten und seinem Gelde die Flucht von Mekka nach Medina vorbereitete und durchführte. Es ist bekannt, dass diese Secession, die jedenfalls von langer Hand vorbereitet war, sich langsam in kleinen Gruppenauswanderungen vollzog, dass aber schliesslich für Muhammed und Abu Bekr ein eiliges Vorgehen erforderlich wurde, wobei frühere Versprechen und Abmachungen bei Seite gesetzt werden mussten. Ein tapferer Mann Namens Ṣuhaib Ibn Sinân, der in späteren Jahren Omar's besonderes Vertrauen besass, wartete geduldig in Mekka, weil Muhammed und Abu Bekr ihm versprochen hatten, dass sie mit ihm zusammen fliehen wollten. Als er dann von ihrem heimlichen Entweichen erfuhr, rückte auch er aus, gleichzeitig mit Ali. Von den Mekkanern verfolgt, musste er seinen Abzug durch Preisgabe seines Vermögens erkaufen, kam dann aber glücklich davon und erreichte Muhammed und Abu Bekr noch im Dorfe Ḳubâ vor Medina. Er war halb verhungert und augenkrank, und hielt nun Muhammed und Abu Bekr vor, dass sie ihn im Stich gelassen hätten.[3]

Es giebt zwei Vorkommnisse im Leben Muhammed's, wo Abu Bekr's Eintreten für ihn ihn vor einem Misserfolge im Kreise seiner Intimen gerettet haben dürfte, wie schon oben S. 19 kurz angedeutet ist. Als Muhammed in Mekka das Traumgesicht hatte, er sei durch die Luft nach Jerusalem, von dort in den Himmel gefahren und auf

---

[1] Alwâḳidî 297. 227; Ibn Sa'd 124; Ṭabarî I, 1558. 1592.
[2] Ṭabarî I, 1579. 1580.
[3] Ibn Sa'd 163.

demselben Wege zurückgekommen und nun dies für eine Thatsache, ein wirkliches Wunder ausgab, wurden viele an ihm irre, Abu Bekr aber erklärte: »Wenn Muhammed es sagt, ist es wahr«, und dabei blieb es und ist es seitdem geblieben.[1] Das zweite Vorkommniss ist rein politischer Natur, Muhammed's räthselhafter, in seinen Motiven gänzlich undurchsichtiger Abschluss eines zehnjährigen Waffenstillstandes mit den Mekkanern bei Ḥudaibijâ. Der Vertrag war eine Erniedrigung, ja eine Selbstverleugnung für Muhammed, da ihm in demselben die Anerkennung als Bote Gottes absichtlich verweigert wurde, und ein Faustschlag in das Gesicht der Seinigen, da er ihnen zumuthete Mekkaner, welche gegen den Willen ihrer Eltern den Islam annahmen und zu ihnen, den Muslims, flohen, wieder auszuliefern. Wenn dennoch dieser Vertrag den Siegeslauf Muhammed's nicht aufgehalten hat, so darf man darin nicht die Früchte einer weise vorbedachten Politik, sondern lediglich eine Gabe des Zufalls erkennen. Alle seine Getreuen wurden an ihm irre und bäumten sich auf, Allen voran Omar, der vielleicht damals abgefallen wäre, wenn er eine genügende Anzahl Gleichgesinnter gefunden hätte. Wieder war es Abu Bekr, der ohne Zaudern auf Muhammed's Seite trat, der Omar und damit auch alle Anderen zu bedingungslosem Gehorsam zurückführte.[2]

In der Neigung zur Milde, zum Vergeben und Vergessen, wo die Umstände es gestatteten, begegneten sich beide Männer. Es ist bekannt, bis zu welchem Grade Muhammed nach der Eroberung von Mekka, als er die Macht Rache zu nehmen in seiner Hand hatte, fast Alles, was seine ärgsten Feinde ihm und den Seinigen angethan, vergab und vergessen sein liess, wie sehr er sogar dieselben Männer bei der Beutevertheilung nach dem Kampfe bei Ḥunain bevorzugte, zum Ärgerniss seiner Getreuen. Während aber bei Muhammed meist politische Motive den Ausschlag gegeben haben dürften, auch wohl noch andere Motive mitwirkten, wie z. B. der Stolz und die Befriedigung des geborenen Mekkaners die grössten Männer seiner Heimat zu seinen Füssen zu sehen, sowie der Wunsch sie für die Zukunft an sich zu ketten, da sein Geist stets nach einem Erfolge sofort noch grössere plante, scheint Abu Bekr's Milde viel mehr Charakteranlage und Herzensbedürfniss gewesen zu sein. Als nach dem Siege bei Bedr Omar die Abschlachtung der Gefangenen empfahl, war es Abu Bekr's Rath, der sie rettete. Die Tradition kennt zwei Fälle, in denen Abu Bekr sich die Freude zu verschaffen bemühte, eine frohe Botschaft als der Erste den Empfängern zu überbringen. Da Ka'b

---

[1] Ibn Isḥâḳ 264. 265.
[2] Ibn Isḥâḳ 747, 4. 5.

Ibn Mâlik sich ohne Entschuldigung an der Expedition nach Tabûk nicht betheiligt hatte, lebte er längere Zeit nach Muhammed's Rückkehr in Acht und Bann; als dann aber Muhammed ihm Verzeihung gewährte, war es Abu Bekr, der mehreren Anderen voraus eilend den Berg hinauflief, ihm die frohe Botschaft zu überbringen.[1] Als Mughîra Ibn Šuʿba meldete, dass die Vertreter des Stammes Thaḳîf nach Medina kämen, um Muhammed zu huldigen, bat ihn Abu Bekr ihm die Überbringung dieser Botschaft an Muhammed zu überlassen.[2] Sein Rath that der Vernichtung der Palmen von Chaibar Einhalt[3] und er war es, der nach seiner Wahl zum Chalifen den ungestümen Omar von Gewaltthat gegen den Gegencandidaten Saʿd Ibn ʿUbâda zurückhielt.[4] Es wird besonders erwähnt, dass er bis an sein Lebensende für Maria, die aus Aegypten gebürtige Wittwe Muhammed's, gesorgt habe.[5] Es war wohl mehr ein Ausfluss seiner Gutmüthigkeit als eine Forderung sorgsam abwägender Staatsweisheit, wenn er die Staatseinkünfte zu gleichen Theilen unter Männer und Weiber, Erwachsene und Kinder, Freie und Sclaven vertheilte.[6]

Wie willenlos Abu Bekr seinem Freunde gegenüber war, sollte seine Tochter ʿÂʾiša an sich erfahren, als es ihr schlecht ging. Wegen Untreue verklagt, aus dem Hause ihres Gatten, Muhammed's, in dasjenige ihrer Eltern zurückgekehrt, appellirt sie an diese um Hülfe unter Betheuerungen ihrer Unschuld, diese aber schweigen und lassen sie vollkommen im Stich. Als sie dann durch einen Koranspruch rehabilitirt war und die Verleumder ihre Prügel bekommen hatten, weigerte sich Abu Bekr den einen von ihnen, seinen Verwandten Mistaḥ Ibn ʾUthâtha, den er bis dahin unterstützt hatte, fernerhin zu berücksichtigen, und es bedurfte erst eines neuen Koranspruches, um ihn zu bestimmen, dass er diesen armen Verwandten wieder zu Gnaden aufnahm. Er hielt die von Muhammed verfügte Verbannung des Alḥakam Ibn Abî Alʿâṣ nach Ṭâʾif aufrecht.[7] Für Alles war ihm Muhammed Vorbild. Da dieser ein Fünftel der Kriegsbeute für sich in Anspruch genommen hatte, nahm Abu Bekr für sich das Recht in Anspruch, über ein Fünftel seines Vermögens zum Zweck von Legaten frei zu verfügen, während das Übrige nach dem Erbrecht den Erbberechtigten zufallen musste.[8]

---

[1] Alwâḳidî 413.
[2] Im Jahre 9. Ṭabarî I, 1690.
[3] Alwâḳidî 267.
[4] Ṭabarî I, 1843.
[5] Ṭabarî III, 2463.
[6] Ibn Saʿd 137, 17; 151, 27. Ibn Wâḍiḥ II, 151, 19. 20; 154, 13.
[7] Ibn Wâḍiḥ II, 189.
[8] Ibn Saʿd 137, 28; 138, 12.

Wenn also Abu Bekr nach Muhammed's Vorbild lebte, so dürfte andererseits auch Muhammed kaum irgend etwas wichtiges in seinem Leben ohne den Rath Abu Bekr's unternommen haben. Wir finden ihn stets und überall an Muhammed's Seite und es ist mir aus seinem Leben nur ein einziger grosser und folgenschwerer Entschluss bekannt, den er ohne Abu Bekr's Wissen gefasst zu haben scheint, der Entschluss, zum letzten entscheidenden Schlage gegen Mekka auszuholen, denn hiervon soll er erst hinterher, als bereits die Ausführung im Gange war, durch seine Tochter ʿÂʾiša erfahren haben.[1]

Muhammed liess sich bei allen vom Standpunkt des Islams wichtigsten Geschäften durch Abu Bekr vertreten, so in der Leitung der Wallfahrt im Jahre der Eroberung Mekkas (Frühling 630)[2], und bei dieser Gelegenheit liess er durch Abu Bekr's Mund eines der grössten seiner Gesetze, das Verbot des Heidenthums, in Mekka proklamiren[3]. Besonders in den letzten Tagen Muhammed's trat Abu Bekr's Stellvertreterrolle besonders bedeutsam hervor. Solange er konnte, betete er selbst der Gemeinde vor; auf zwei Männer gestützt liess er sich in die Moschee tragen, indem seine Füsse, nicht mehr des Gehens mächtig, nachschleppend Linien im Sande beschrieben. An einem Tage hatte Abu Bekr das Gebet bereits begonnen; als er Muhammed's ansichtig wurde, hörte er auf zu beten; Muhammed liess sich neben ihm auf die Erde nieder und setzte das Gebet fort, wo Abu Bekr aufgehört hatte. In den letzten drei Tagen hat Abu Bekr für ihn den Vorbeter gemacht.

In dem Lärm der Wahlversammlung in der Saḳîfa am Nachmittage nach dem um die Mittagszeit erfolgten Ableben Muhammed's verlor sich Abu Bekr's schwache Stimme, aber Omar's Stentorstimme, sein rechtzeitiges Zugreifen, secundirt von der Zwietracht der beiden medinischen Stämme, sicherte Abu Bekr die ohne Zweifel auch Muhammed's Sinn entsprechende Nachfolge. Einfach wie er bis dahin gelebt, ohne irgend welche äussere Veränderung als diejenige, dass er nach sechs Monaten sein am Aussenrande von Medina gelegenes Gehöft Alsunḥ verliess und sein Stadthaus neben der Moschee bezog, führte er sein Imperium als ein streng conservativer Mann nach dem Gesetze Gottes und dem Vorgange seines Boten, ohne Furcht und Tadel, und wenn er kein Präcedens fand, daher aus eigenem Geiste eine Entscheidung treffen musste, handelte er nach dem Grundsatze: »Ich strenge meinen Geist an, soweit ich kann. Trifft er das richtige, so ist es von Gott; trifft er aber nicht das richtige, so ist es von

---

[1] Ṭabarî I, 1625.

[2] Ibn Isḥâḳ 919; Ibn Saʿd 125.

[3] Ibn Wâḍiḥ II, 82.

mir und ich bitte Gott um Vergebung«[1]. Er bediente sich für die Unterschrift seiner Verfügungen des silbernen Siegels Muhammed's.[2] Seine erste Rede, gehalten vermuthlich nach dem ersten Gebet in der Moschee, wird von Ibn Sa'd in zwei verschiedenen, doch aber im Inhalt sich berührenden Formen überliefert: »O ihr Leute, ich habe eure Sache übernommen, ohne dass ich der beste von euch bin. Aber der Koran ist heruntergekommen und der Prophet hat die Gesetze gegeben, er hat uns dann gelehrt und wir haben von ihm gelernt. Wisset, dass das Feinste des Feinen die Gottesfurcht ist, und dass das Dümmste des Dummen die Sünde ist. Derjenige von euch gilt am meisten bei mir, der schwach (unterdrückt) ist, so lange bis ich ihm zu seinem Recht verholfen haben werde, und derjenige von euch gilt am wenigsten bei mir, der stark (gewaltthätig) ist, so lange bis ich ihn zur Rechenschaft gezogen haben werde.[3] O ihr Leute, ich bin nur einer, der nachfolgt (dem Vorgange Muhammed's), ich bin kein Neuerer. Wenn ich nun das Gute thue, so helft mir; wenn ich aber abweiche (vom rechten Wege), so berichtigt mich.«[4]

Die andere Version lautet: »Ich habe nun diese Sache übernommen, obwohl ich eine Abneigung dagegen habe. Und bei Gott, ich wünschte, einer von euch hätte mir sie abgenommen. Wenn ihr nun aber mir die Pflicht auferlegt, in eurer Sache zu thun genau, wie der Bote Gottes gethan, so vermag ich das nicht zu leisten. Der Bote Gottes war ein Knecht Gottes, den Gott durch die Offenbarung geehrt und durch dieselbe (vor aller Sünde) behütet hat, ich aber bin nur ein (gewöhnlicher) Mensch und bin nicht besser als irgend einer von euch. Darum gebt Acht auf mich. Und wenn ihr seht, dass ich den graden Weg gehe, dann folgt mir; wenn ihr aber seht, dass ich (vom graden Wege) abweiche, dann berichtigt mich. Wisset, dass ich einen Dämon habe, der mich (zuweilen) überfällt. Wenn ihr daher mich zornig seht, so geht mir aus dem Wege; nicht will ich an Haut und Haar euch zu nahe treten.«[5]

Während der kurzen Regierung Abu Bekr's ist der Waffenlärm niemals verstummt. Muhammed hatte kurz vor seinem Ende eine Expedition nach der Syrischen Grenze befohlen unter dem Commando des noch sehr jugendlichen Usâma, des Enkels Muhammed's nach Adoptionsrecht. Sein Vater Zaid hatte die grosse Mehrzahl aller von Mu-

[1] Ibn Sa'd 126, 5. 6.

[2] Das gleiche that Omar und Othman, bis letzterer es verlor. Albelâdhorî 462, 8—10.

[3] Vergl. Kâmil 8, 18—19.

[4] Ibn Sa'd 129, 20—25. Vergl. damit Ṭabarî I, 1829.

[5] Ibn Sa'd 150, 27—151, 5; Ibn Wâḍiḥ II, 142, 17 ff. Andere Fassungen der Antrittsrede bei Ṭabarî I, 1845—1847. Im Kâmil 57, 10 wird von Abu Bekr (ähnlich auch von Othman) angedeutet, dass er kein grosser Redner war.

hammed ausgeschickten Heereszüge befehligt, er war in Muhammed's Augen der Feldherr par excellence, und Omar's Auctorität dürfen wir es glauben, wenn er später bei Gelegenheit der Einrichtung des Dîwâns darauf hinweist, wie nahe Zaid dem Herzen seines Adoptivvaters gestanden habe. Die Proteste gegen das zu jugendliche Alter Usâma's, obgleich von hervorragender Seite ausgehend, fanden daher weder bei Muhammed noch bei Abu Bekr das geringste Gehör. Nun hatten sich bereits gegen Ende von Muhammed's Leben Anzeichen kommender Stürme eingestellt, und es konnte fraglich erscheinen, wie die Völker Arabiens die Nachricht vom Tode des Boten Allah's aufnehmen würden. Es hätte daher der gewöhnlichsten Weltklugheit entsprochen, die zum Abmarsch bereite Armee einstweilen wenigstens noch eine Zeitlang zurückzuhalten, indessen Muhammed hatte den Abmarsch befohlen und Abu Bekr befahl, dass dieser Befehl ausgeführt wurde. In denselben Tagen brach in vielen Ländern Arabiens der Aufstand gegen das vom Islam auferlegte Joch aus, die aus Medina geschickten Beamten mussten fliehen oder sich durch treu bleibende Minoritäten zu schützen suchen, und bis zur Rückkehr Usâma's gegen Ende des zweiten Monats nach dem Aufbruch, d. i. in der ersten Hälfte des August 632, konnte Abu Bekr wenig mehr thun als abwarten und Rathschläge ertheilen. Er dürfte auch dadurch etwas behindert gewesen sein, dass die Parteien der Gegencandidaten bei der Chalifenwahl, des Ali und des Sa'd Ibn 'Ubâda ihm die Huldigung verweigerten und sicher nicht mit gutem Willen seinen Anordnungen entsprochen haben würden. Vermittelungsvorschläge, die von Seiten der Rebellen einliefen, lehnte Abu Bekr ab, indem er erklärte: »Und wenn sie mir auch nur einen Kameelstrick vorenthielten, so würde ich darum mit ihnen kämpfen«.[1] Als er dann nach Usâma's Rückkehr zur Offensive übergehen konnte, verliess er Medina und bezog ein Heerlager bei dem Orte Dhû-Alḳaṣṣa, eine Tagereise ostwärts gegen den Neǵd entfernt. Dort scheint er die wichtigsten Dispositionen für die kriegerischen Vorgänge der nächsten Zeit getroffen zu haben, während Muhammed seine sämmtlichen Expeditionen in Medina organisirt und von dort aus entsendet hatte. Es müssen besondere Umstände gewesen sein, welche Abu Bekr bestimmten, in einer so wichtigen Sache von dem Vorgange Muhammed's abzuweichen. Fühlte er sich etwa in Medina durch die Feindschaft Ali's und aller Anderen, deren Pläne bei der Chalifenwahl gescheitert waren, beengt und behindert?[2] Jedenfalls war er im Feldlager zu

---

[1] Albeladhori 94; Ṭabarî I, 1873.

[2] Diese Frage wird auch schon in den angeblichen Selbstbekenntnissen Abu Bekr's aus dem Ende seines Lebens berührt. Vergl. Ṭabarî I, 2140, 18 ff; Albeladhori 104, 6—11; Ibn Wâḍiḥ II, 155, 11.

Dhû-Alkaṣṣa im Kreise der Seinigen und konnte frei und ohne Rücksicht verfügen. Die nächste Folgezeit brachte die Wiedergewinnung Centralarabiens durch den grössten Heerführer in der ältesten Geschichte des Islams, Châlid Ibn Alwalîd, nach den verlustreichen Kämpfen mit den Banû Ḥanîfa besonders in der Schlacht bei ʿAḳrabâ, die in der arabischen Geschichtsüberlieferung als der Tag von Aljamâma bezeichnet wird[1]; ferner die Eroberung der westlichen Grenzlande von Babylonien durch Almuthannâ und Châlid, die Wiedereroberung von Baḥrain durch Alʿalâ Ibn Alḥaḍramî, diejenige des Südens und Südostens durch ʿIkrima Ibn Abî Ǧahl und diejenige Jemens durch Almuhâǧir Ibn Abî ʾUmajja. Fragt man, was an dieser Wiedergewinnung Arabiens, die einer zweiten Gründung des Islams gleich zu achten, Abu Bekr's individuelles Verdienst ist, so muss man ihm zuerkennen, dass er die rechten Männer ausgewählt hat, wobei ihm allerdings zu Statten kam, dass z. B. Châlid's militärisches Genie bereits von Muhammed erkannt und richtig eingeschätzt worden war[2]; ferner dass er ihnen die richtigen Aufgaben angewiesen hat, indem er z. B. Châlid von Babylonien nach Syrien beorderte, und dass er sie in ihren Stellungen erhalten hat bis zum letzten Ende trotz einzelner von ihnen gemachter Versehen und von ihnen erlittener Niederlagen und trotz des gelegentlichen Protestes Omar's z. B. gegen die Lebensführung Châlid's.[3] Die Generäle Abu Bekr's können einen hohen Rang in der Kriegsgeschichte beanspruchen. Der Zug ʿIkrima's vom Neǧd nach Omân, von dort durch die Länder an den Küsten des Indischen Oceans bis Ḥaḍramaut und sein Zusammentreffen mit Almuhâǧir[4] ist eine der wunderbarsten Leistungen in der Kriegsgeschichte Arabiens und ganz Westasiens.[5]

Diese Ereignisse fallen in das Ende des Jahres 632, in 633 und Anfang 634. Im Jahre 11 der Flucht (632, 29. März bis 633, 17. März) hatte Abu Bekr keine Zeit für die grosse Wallfahrt, liess sich daher durch Omar vertreten. Dagegen im Jahre 12 (633, 18. März bis 634, 6. März) machte er sowohl die kleine Wallfahrt im Monat Raǧab (11. September bis 10. October) wie die grosse (634, 6. bis 16. Februar). Nach letz-

---

[1] In dieser Schlacht fiel neben vielen der ältesten Muslims Zaid Ibn Alchaṭṭâb, Omar's jugendlicher Bruder.

[2] Er war von Muhammed mit militärischen Commandos innerhalb grösserer Verbände bei der Eroberung von Mekka, Ḥunain und Ṭâ'if, mit einem ganz selbständigen Commando auf dem Zuge nach Dûmat-Alǧandal betraut.

[3] Abu Bekr beantwortete diesen Protest mit den Worten: »Ich stecke nicht ein Schwert in die Scheide, welches Gott wider die Ungläubigen gezückt hat«. Albeladhori 98, 3; Ṭabarî 1926, 13. 14.

[4] Albeladhori 102, 8. 9.

[5] Es ist dies derselbe ʿIkrima, der wenige Jahre vorher, 630 nach der Einnahme Mekkas, von Muhammed mit Acht und Bann belegt worden war.

terer beginnt der letzte Abschnitt seines Lebens, die Einleitung zur Eroberung Syriens. Er erwählte die Heerführer, in erster Linie den erfindungsreichen ʿAmr Ibn Alʿâṣ, Châlid und Abû ʿUbaida, den besonderen Vertrauensmann Muhammed's, Abu Bekr's und Omar's, und wiederum rechtfertigte der Erfolg seine Wahl in der glänzendsten Weise. In diesem nun einsetzenden gewaltigen Strom von Ereignissen hat er noch den ersten grossen Sieg in offener Feldschlacht gegen die Legionen des Kaisers Heraclius, die von ʿAmr gewonnene Schlacht bei Aǵnâdain erlebt.

Für neue Schöpfungen des Friedens war Abu Bekr's Regierung zu unruhig und zu kurz. Er hat lediglich die von Muhammed geschaffenen religiösen und staatlichen Einrichtungen beibehalten. Er fuhr fort Geld, Waffen, Pferde und Kameele für Kriegszwecke zu sammeln und aufzubewahren, und für staatliche Weideländereien zu sorgen.[1] Neu war die von ihm angeordnete Vertheilung der Kriegsbeute nach dem Principe der Gleichberechtigung aller Menschen, einem Princip, das einige Jahre später von Omar und seinen Rathgebern, als sie die Einrichtung des Diwans planten, discutirt und aufgegeben wurde.[2] Seine Milde hat ohne Zweifel viel dazu beigetragen bei der Niederschlagung des Aufstandes, sofern nicht Blut durch Blut gesühnt werden musste, Proscriptionen und Massenmorde zu verhindern, und es ist als ein besonderes Verdienst seiner versöhnlichen Politik anzusehen, dass, als die Araber, von Neuem unter der Fahne des Islams geeint, über die Grenzen ihres Vaterlandes hinausströmten, um in der weiten Welt ihren Glauben und ihr Reich zu begründen, kein das Zusammenwirken gefährdender Stachel unbefriedigten Rachedurstes zurückgeblieben zu sein scheint. Wenn ihm Unthaten seiner Generäle und Statthalter gemeldet wurden, griff er nicht sofort zur Peitsche oder zum Henkerbeil, sondern begnügte sich damit ihnen seine Missbilligung auszusprechen und sie vor Wiederholung zu warnen. Zwei Vorkommnisse seines Lebens haben die Kritik herausgefordert, zunächst die Schonung des südarabischen Fürsten Alʾašʿath Ibn Ḳais vom Stamme Kinda. Er war zu Lebzeiten Muhammed's nach Medina gekommen, hatte den Islam angenommen, sich mit Abu Bekr's Schwester verlobt, nach Muhammed's Tode in seiner Heimat Ḥaḍramaut rebellirt, Krieg geführt und war als ein Opfer seines eigenen Verraths Abu Bekr's Heerführern in die Hände gefallen. Er wurde in Ketten nach Medina gebracht, von Abu Bekr zur Rede gestellt und — begnadigt.[3] Dabei ist allerdings zu erwägen, dass er auch andere Rebellenführer, die

---

[1] Ibn Saʿd 151, 28; Ṭabarî I, 1879, 5.

[2] Ibn Saʿd 137. 138; Albeladhori 450, 16. 17.

[3] Er heirathete vermuthlich nicht lange darauf Abu Bekr's Schwester. Albeladhori 101, 20; 104, 3.

ihm eingeliefert wurden, begnadigt hat.[1] Dass aber jener Südaraber eine solche Schonung nicht verdiente, beweist sein späteres Verhalten zu Kûfa in Babylonien, als er mit dem Mörder Ali's conspirirte.[2] Das andere Vorkommniss ist die Hinrichtung des Alfuġâ'a vom Stamme der Banû Sulaim. Dieser hatte sich mit der Bitte um Überlassung von Waffen und Reitthieren zur Bekämpfung der Aufständischen an Abu Bekr gewendet; als ihm Beides gewährt war, zog er von dannen und plünderte nun Aufständische wie Muslims in gleicher Weise. Abu Bekr musste Truppen gegen ihn aussenden; er wurde gefasst, vor Abu Bekr gebracht und auf dessen Befehl verbrannt.[3] Mag auch dieser Mann als ein gemeiner Freibeuter keine Schonung verdient haben, so hat immerhin die Form der Bestrafung etwas auffälliges.[4]

Abu Bekr und Omar waren von Muhammed, als er und die Seinigen sich von Heimat und Familie getrennt und losgesagt hatten, für Brüder erklärt. Die Araber gebrauchen den Ausdruck al-'Umarâni = *die beiden Omars* nach dem Grundsatze: A potiori fit denominatio zur Bezeichnung von Abu Bekr und Omar[5], und wer möchte leugnen, dass von beiden Omar der grössere ist. Wenn man nun erwägt, dass Omar's Initiative es war, welche Abu Bekr das Chalifat gesichert hatte, dass die beiden Männer damals schon etwa seit 17 bis 18 Jahren in engster Verbindung Leid und Freud, Kampf und Sieg mit einander getheilt hatten, ferner dass Omar zu Beginn der Regierung Abu Bekr's das Richteramt für sich in Anspruch nahm und während derselben ausgeübt hat[6], wenn man schliesslich noch in Betracht zieht, wie impetuos die ganze Art und Weise des Recken Omar war, so könnte man wohl vermuthen, dass die Herrschaft Abu Bekr's weniger eine Monarchie als vielmehr ein Duumvirat Abu Bekr-Omar gewesen sei. Und zweifellos hat Omar auf die Geschäftsführung seines Freundes einen grossen Einfluss geübt, was aber kaum so gedeutet werden darf, dass er oft in einzelnen Fragen dem anders denkenden Abu Bekr seine Ansicht aufzudrängen versucht habe. Beide Männer waren in denselben Anschauungen, man möchte sagen: in derselben Schule gross geworden, und eine Differenz zwischen ihnen konnte

---

[1] Ṭabarî I, 1896. 1897; Albeladhori 96, 12; 97, 12.

[2] Ibn Sa'd 24, 6.

[3] Albeladhori 98.

[4] Nach Ṭabarî I, 2140, 12ff. soll Abu Bekr sie später bereut haben. Eine fragmentarische Nachricht über eine andere Verbrennung findet sich bei Ibn Wâḍiḥ II, 152, 9. 10. Über die Bestrafung zweier Weiber, welche über Muhammed's Tod gehöhnt hatten, s. Wellhausen, Skizzen und Vorarbeiten VI, 37.

[5] Kâmil 83, 11.

[6] Es giebt mehrere auf sein Richteramt bezügliche Traditionen, s. Ṭabarî I, 2015. 2077. 2078 und sonst.

wohl nur dadurch entstehen, dass Abu Bekr von Natur zur Milde, Rücksichtnahme und Versöhnung, sofern es sich nicht um Glaubenssachen handelte, geneigt war, während Omar so rücksichtslos und intransigent war, wie wohl nur wenige grosse Männer der Geschichte gewesen. Im Allgemeinen aber bin ich geneigt zu glauben, dass Omar es dem älteren Freunde und Bruder gegenüber niemals an der nöthigen Rücksicht hat fehlen lassen. Wiederholt hatte er sich zu Lebzeiten Muhammed's den Ansichten und Wünschen Abu Bekr's, wenn er auch zunächst das Gegentheil mit gewohnter Energie vertreten hatte, untergeordnet.[1] Als Muhammed gestorben war, harangirte Omar das Volk: Muhammed sei nicht gestorben, er sei nur für eine Zeit zu seinem Herrn verschwunden wie ehedem Moses und werde nach vierzig Tagen wiederkommen u. s. w. Mittlerweile kam Abu Bekr aus seinem Gehöft herbei und nahm zunächst Abschied von der Leiche seines Freundes. Dann trat er hinaus unter die Masse und versuchte den aufgeregten Omar zur Besinnung und zum Schweigen zu bringen, indessen vergebens. Darauf begann er seinerseits zum Volke zu sprechen mit dem Erfolge, dass das Volk nun Omar stehen liess und sich um ihn schaarte. Omar kam zur Besinnung, und erfasste und beherrschte die äusserst kritische Situation so meisterlich, dass durch seine stürmische Initiative Abu Bekr noch an demselben Nachmittage zum Chalifen gewählt wurde und die Huldigung empfing. Das Hauptzeugniss aber für Abu Bekr's Unabhängigkeit auch gegenüber Omar ist sein schon oben (S. 32) angedeutetes Verhalten gegen seinen grossen Heerführer Châlid. Als dessen Benehmen in den maassgebenden Kreisen des Islams allgemeine Entrüstung hervorgerufen hatte, er nach Medina zur Verantwortung citirt wurde und nun Omar ihn aburtheilen wollte, trat Abu Bekr dem mit Entschiedenheit entgegen, sprach dem Châlid seine Missbilligung und Warnung aus, liess ihn aber dann gehen und erhielt ihn in seinen Ämtern und Würden für seine fernere Siegeslaufbahn, sicherlich zum Heil des Islams.

Aus Abu Bekr's Familienverhältnissen ist zu erwähnen, dass er um die Zeit, als er sich an Muhammed's Seite stellte, mit der Frau Ḳutaila verheirathet war und von ihr zwei Kinder hatte, Abdallah und Asmâ. Beide waren ihrem Vater und Muhammed bei der Flucht aus Mekka behülflich. Abdallah starb unter dem Chalifat seines Vaters an einer bei Ṭâ'if erhaltenen Pfeilwunde. Asmâ, später mit Alzubair verheirathet, wurde die Mutter des Mekkanischen Chalifen Abdallah Ibn Alzubair.[2] In zweiter Ehe heirathete Abu Bekr die

[1] Bei Ṭabarî I, 2393, 14 wird überliefert, er habe erklärt, Abu Bekr sei ein besserer Menschenkenner als er.

[2] Siehe oben S. 20.

Umm Rûmân, die ihm Abderrahman und ʿÂʾiša gebar. Jener kämpfte bei Bedr gegen seinen Vater und Bruder und starb A. H. 53 (673), diese wurde die vielgeliebte Ehefrau Muhammed's, die nach seinem Tode ihren Familienzwist in die Politik übertrug, bekannt unter der Bezeichnung: die Mutter der Gläubigen, sicherlich die Mutter grossen Unheils. In dritter Ehe und noch in Mekka heirathete Abu Bekr die Asmâ Bint ʿUmais, welche ihm den Muhammed gebar, der zu den Ultrafrommen von Ḳuraiš gezählt wurde. In ihm bildete sich die Frömmigkeit des Vaters zum Fanatismus um. Er hatte Antheil an dem Morde des greisen Othman und ging A. H. 38 (658) als ein Opfer seiner Unthat zu Grunde. In Medina wurde Abu Bekr mit einem edlen Mann vom Stamme der Chazraǧ, Châriǧa Ibn Zaid verbrüdert und heirathete dessen Tochter Ḥabîba. Ein Kind aus dieser Ehe, die Umm Kulthûm, später die Frau Ṭalḥa's, wurde erst nach Abu Bekr's Tode geboren; er hatte aber noch bei Lebzeiten erbrechtlich für sie gesorgt. Als er starb, lebten von seinen vier Frauen noch die beiden letztgenannten. Zu den Seinigen muss auch sein getreuer Freigelassener, der A.H. 20 (641) in Damascus gestorbene Bilâl[1] gezählt werden.

Bald nach seiner Einwanderung in Medina hatte Abu Bekr nebst mehreren anderen Fluchtgenossen eine Fieberkrankheit durchgemacht. Am 9. Juli 634 erkrankte der 63jährige Mann wieder an Fieber und starb den 23. August am Abend des Dienstags zwischen dem Abend- und Nachtgebet. Er hatte in seiner Krankheit dem Othmân seinen letzten Willen dictirt, in dem er Omar als seinen Nachfolger einsetzte. Als er bis zur Nennung des Namens Omar gekommen war, fiel er in eine Ohnmacht, Othmân setzte aber den Namen Omar ein, und las dem Chalifen, als er wieder zu sich gekommen war, das geschriebene vor. Er bestätigte es mit einem Dank an seinen selbstlosen Schreiber. Einfach und anspruchslos, wie er gelebt, ist er aus dem Leben geschieden. Am Morgen nach seiner Wahl zum Chalifen war er mit einem Bündel Kleidern auf dem Rücken zum Markt gegangen, um, wie er bis dahin gethan, für sich und die Seinigen das tägliche Brod zu erhandeln, und erst Omar und Abû ʿUbaida mussten ihn darauf hinweisen, dass es mit dem Handel für ihn vorbei sei, dass er von nun an wichtigere Dinge zu thun habe.[2] Als er seinem Tode entgegensah, liess er einige seiner älteren Kleider waschen, damit man darin seinen Leichnam hülle und nicht in neue Kleider, denn die Lebenden hätten mehr Bedürfniss nach Neuem als die Todten.[3] Ausserdem befahl er, dass man das letzte Staatseigenthum, das er bei sich hatte, eine

---

[1] Siehe oben S. 24.
[2] Ibn Saʿd 130, 19.
[3] Ibn Saʿd 139—146.

trächtige Kameelin, einen Sclaven und einen Mantel im Werthe von fünf Dirhem nach seinem Tode an Omar abliefern solle.[1] Wie viel Privatvermögen ausser seinem Grundbesitz und seinen Einkünften aus Chaibar Abu Bekr hinterlassen hat, ist nicht überliefert, während es bei mehreren seiner Genossen wie Alzubair und Ṭalḥa besonders angegeben wird. Zu seinen Erben gehörte auch sein hochbejahrter Vater Abû Ḳuḥâfa[2], der dem Heidenthum treu geblieben war, so lange es eben noch ging, d. h. bis zur Eroberung Mekkas im Januar 630. Dann liess er sich an der Hand seines Sohnes zu Muhammed führen, und legte in dessen Hand das Bekenntniss des neuen Glaubens nieder. Dass der Sohn als allgebietender Chalife es dem Vater gegenüber, obgleich dieser vom Standpunkte des Islams aus völlig verdienstlos war, nicht an Pietät fehlen liess, wird speciell bei Gelegenheit seiner Gegenwart in Mekka aus Anlass der kleinen Wallfahrt im Raǧab des Jahres 12 (633 Sept. Okt.) berichtet.[3] Der Greis zog gegen Ende seines Lebens nach Medina und starb dort im Alter von 97 Jahren gut sechs Monate nach seinem Sohne Abu Bekr, nachdem er das von letzterem ererbte Vermögen auf dessen Kinder übertragen hatte.[4]

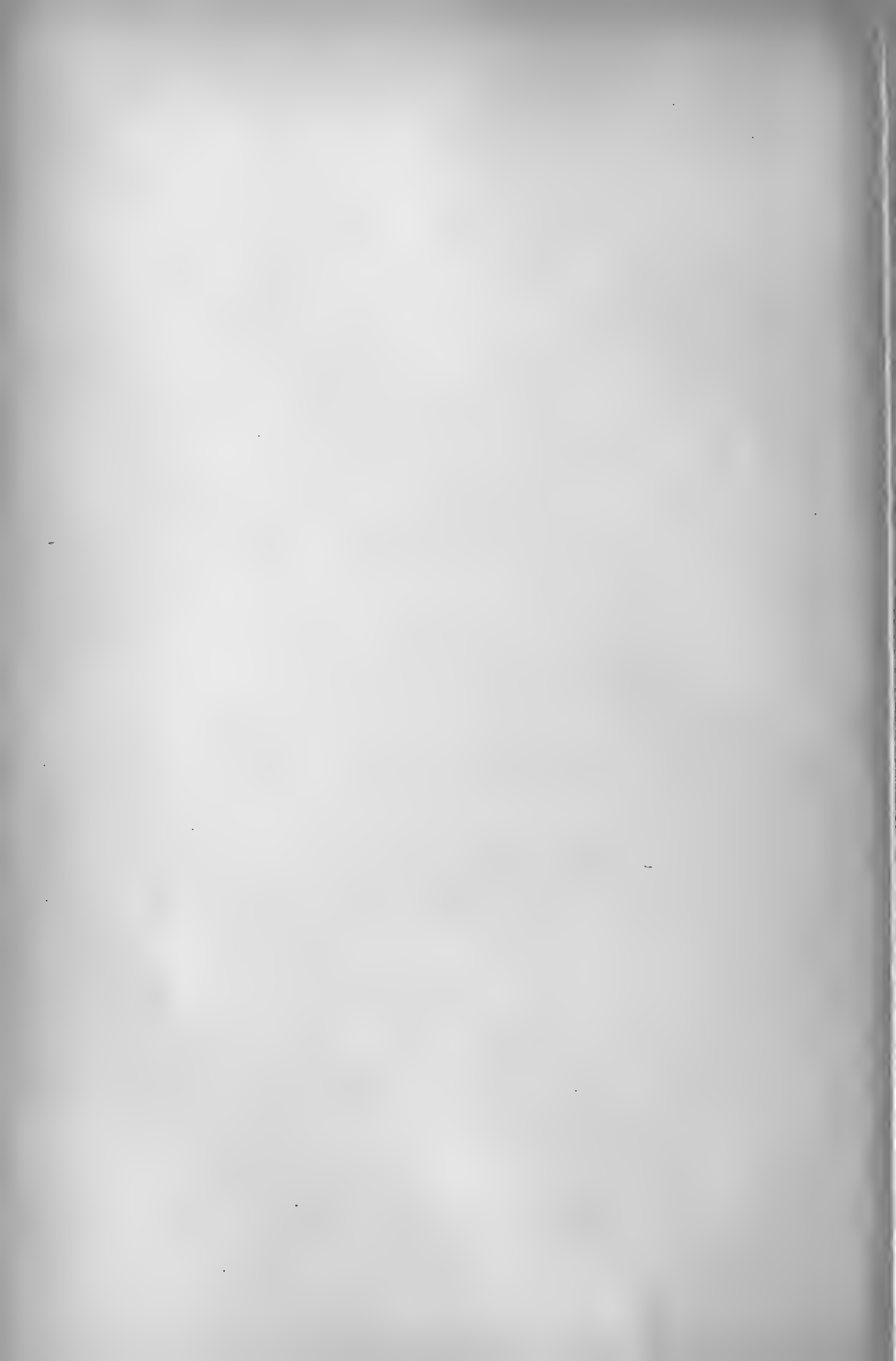
Die Bedeutung Abu Bekr's als alter ego Muhammed's kann nicht leicht überschätzt werden. Als Chalife hat er ein zum grossen Theil verlorenes Reich neu gewonnen und seinem Nachfolger mit mächtigen Ansätzen zu künftiger Vergrösserung in Babylonien und Syrien hinterlassen. In seiner Einfachheit, Anspruchslosigkeit und von Herzen kommenden Frömmigkeit war und ist er seinen Glaubensgenossen ein leuchtendes Vorbild, und durch seine Versöhnlichkeit und Güte hat er viel dazu beigetragen, die Schrecken, welche mit dem Übergang von der alten Weltordnung zu einer neuen nothwendig verbunden sein mussten, zu mildern.

---

[1] Ibn Saʿd 132. 136—139.
[2] Er war Gerber seines Zeichens s. Ibn Wâḍiḥ II, 80, 80.
[3] Ibn Saʿd 132, 25.
[4] Ibn Saʿd 150.

Ausgegeben am 22. Januar.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.



SITZUNGSBERICHTE

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

IV. V.

22. JANUAR 1903

BERLIN 1903

VERLAG DER KÖNIGLICHEN [illegible]

Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«.

[illegible] regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung [illegible]

[illegible]

[illegible] bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammt-Akademie oder der betreffenden Classe.

[illegible] auf besonderes Verlangen [illegible] verzichten damit auf Erscheinen [illegible] nach acht Tagen.

§ 11.

[illegible] der »Wissenschaftlichen Mittheilungen« [illegible] unentgeltlich [illegible] auf welchem [illegible] Jahreszahl, Stück-[illegible] darunter der Titel [illegible] Name des Verfassers stehen. [illegible] über zwei [illegible]

[illegible]

[illegible] Für diese wie für alle übrigen Theile der Sitzungsberichte sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.

[illegible]

1903.
IV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

22. Januar. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

1. Hr. Schwarz las: Bestimmung aller derjenigen Minimalflächen, welche eine Schaar reeller Curven zweiten Grades enthalten. (Erscheint später.)

Der Vortragende ist zu dem Ergebnisse gelangt, dass ausser der Ebene, der geradlinigen Schraubenfläche mit Richtungsebene, den Minimalflächen, welche eine Schaar von Parabeln, und denjenigen, welche eine Schaar von Kreisen enthalten, keine Minimalfläche eine Schaar reeller Curven ersten oder zweiten Grades enthält.

2. Hr. Vogel legte eine Abhandlung der HH. Prof. J. Hartmann und Dr. G. Eberhard vor: »Über das Auftreten von Funkenlinien in Bogenspectren«.

Die Verfasser haben auf dem Astrophysikalischen Observatorium zu Potsdam Untersuchungen über Metallspectra angestellt mit besonderer Beachtung der für die Astrophysik wichtigen Spectra von Magnesium und Silicium, und sind zu dem Resultate gelangt, dass es unzulässig ist, einzelne Linien als charakteristisch für das Funken- bez. Bogenspectrum hinzustellen, und aus deren Auftreten Schlüsse über die Temperatur der betreffenden Leuchtvorgänge (auch in Sternatmosphären) zu ziehen.

3. Hr. Klein legte vor: Dr. J. Romberg, Geologisch-petrographische Studien in den Gebieten von Predazzo und Monzoni. III.

Neue Beobachtungen über die Eruptivgesteine dieser Gebiete, ihre Altersbeziehungen (es wurden Einschlüsse eines alten Granits im Melaphyr aufgefunden), sowie über von dort noch unbekannte Typen derselben (z. B. Kersantit, Nephelinsyenitaplit, Gauteit, auch Tuffe), werden mitgetheilt.

4. Hr. Müller-Breslau überreichte sein Werk: Die graphische Statik der Baukonstruktionen. 3. Aufl. Bd. II. Abth. 1. Leipzig 1903.

5. Das correspondirende Mitglied Hr. Wiesner übersendet die 2. Auflage seines Werkes »Die Rohstoffe des Pflanzenreiches«. Bd. I. II. Leipzig 1900–03.

Über das Auftreten von Funkenlinien in Bogenspectren.

Von J. Hartmann und G. Eberhard
in Potsdam.

(Vorgelegt von Hrn. Vogel.)

Im November vorigen Jahres veröffentlichte Hr. Konen in den Annalen der Physik (1902, S. 742 ff.) sehr werthvolle Versuche, die er über die Spectra von elektrischen Entladungen in Wasser angestellt hat. Dies gibt uns Veranlassung, über Untersuchungen, die wir im vorigen Herbst auf demselben Gebiet ausgeführt hatten, im Folgenden kurz zu berichten.

Zunächst sei bemerkt, dass unsere Beobachtungen die des Hrn. Konen, selbst in den meisten Einzelheiten, bestätigen. Wir haben jedoch noch einige weitere, von Hrn. Konen nicht beschriebene Erscheinungen beobachtet, die für die Deutung der elektrischen Leuchtvorgänge von Wichtigkeit zu sein scheinen.

Unsere Versuche bezogen sich zunächst auf ein eingehendes Studium der für die Astrophysik besonders wichtigen Spectra von Magnesium und Silicium. Indem wir die Bedingungen des Leuchtens dieser Elemente nach Möglichkeit variirten, benutzten wir unter Anderem auch den elektrischen Lichtbogen unter Wasser. Hierbei ergab sich die überraschende Erscheinung, dass im Spectrum dieses Bogens Linien auftraten, die man bisher als geradezu charakteristisch für das Funkenspectrum angesehen hat.

Dass bei dem Spectrum des unter Wasser brennenden Metallbogens nicht wie bei dem unter derselben Bedingung erzeugten Funkenspectrum die Metalllinien auf einem intensiven, continuirlichen Spectrum stehen, sondern nur helle, meist scharfe Linien erscheinen, hat auch Hr. Konen für eine Reihe von Metallen gefunden: das Auftreten der für das Funkenspectrum charakteristischen Linien im Bogen unter Wasser ist indessen unseres Wissens bisher noch nicht bekannt gewesen.

Beim Silicium treten die Funkenlinien λ 4128 und λ 4131, wenn man den Bogen unter Wasser zwischen zwei Elektroden von metalli-

schem Silicium brennt, mit fast derselben Intensität auf, wie die Hauptbogenlinie λ 3905. Magnesium gibt bei derselben Versuchsanordnung die für das Funkenspectrum bisher als charakteristisch angesehene Linie λ 4481 und zwar als nahezu stärkste Linie des ganzen Spectrums; sie übertrifft an Intensität jedenfalls erheblich die Bogenlinie λ 4352 des Magnesiums. Beide Elemente zeigen noch die beachtenswerthe Erscheinung, dass die genannten Linien, welche bei Funkenentladung in Luft nur als sehr breit und verwaschen bekannt sind, beim Bogen in Wasser trotz ihrer Intensität bedeutend schmaler sind und schärfer begrenzt werden.

Um zu ermitteln, ob der erwähnte Vorgang überhaupt allgemein auftritt, sind die Versuche auch auf andere Metalle ausgedehnt worden, und wir konnten die ganz entsprechende Erscheinung bei Zink und Cadmium constatiren. Bei Zink treten die sehr verwaschenen Funkenlinien λ 4911 und λ 4924 im Bogen unter Wasser als kräftige, relativ scharfe Linien auf. Die von Kayser und Runge im Bogenspectrum des Cadmiums vermissten Linien λ 5339 und λ 5379, ebenso λ 4416 haben wir beim Bogen unter Wasser ebenfalls gut erhalten. Weniger kräftig fanden wir die Aluminiumlinien λ 4513 und λ 4530.

Nur Kohle verhielt sich wesentlich abweichend, die, wie auch Hr. Konen fand, im Bogen unter Wasser kein Linien-, sondern das Bandenspectrum ergab.

Wir vermutheten nun zunächst im Anschluss an eine Beobachtung von Schenck (Astrophysical Journal XIV 131), dass die im Wasser zweifellos stark herabgesetzte Temperatur der Elektroden und der Metalldämpfe von Einfluss auf die Natur des entstehenden Spectrums sein könnte, und wir kühlten daher zunächst Zinkelektroden mit flüssiger Luft stark ab, ohne jedoch eine wesentliche Änderung des Bogenspectrums zu erzielen. Sodann liessen wir Funken von einer Eisenelektrode auf Zink überschlagen, welches sich in einem Schmelztiegel befand. Während das Zink bis zum Schmelzen und darüber erhitzt wurde, schätzten verschiedene Beobachter (Vogel, Müller, Kempf, Hartmann, Eberhard) die relative Intensität des Linienpaares λ 4911 und λ 4924 gegen die drei Linien λ 4680, 4722, 4809, und es zeigte sich bei allen Versuchen, dass die Intensität dieser drei Linien gegenüber dem Linienpaar λ 4911, 4924 stark zunahm, sobald das Zink erhitzt wurde.

In dem Gelingen dieses Experimentes könnte man nun eine Bestätigung des oben erwähnten Gedankens erblicken, dass mit steigender Temperatur der Elektroden sich das Spectrum des Funkens mehr dem des Bogens nähert. Allein es ist nicht unwahrscheinlich, dass die beobachtete Erscheinung sich nur aus der Vermehrung der

Metalldämpfe bei Erhitzung des Zinks erklärt, indem durch Vermehrung dieser Dämpfe der Widerstand in der Funkenstrecke geringer wurde und deshalb die Funkenlinien gegenüber den Bogenlinien zurücktraten.

Da eine völlig einwandfreie Entscheidung der Frage durch diese Versuche demnach nicht erreicht werden konnte, haben wir uns bemüht, in anderer Richtung eine Aufklärung zu finden. Aus früheren Arbeiten (Crew, Basquin), ist bekannt, dass eine Atmosphäre von Wasserstoff das Bogenspectrum des Magnesiums derartig beeinflusst, dass die Funkenlinie λ 4481 kräftig hervortritt, und wir haben daraufhin die Bogenspectra einer Reihe von Metallen in einem Wasserstoffstrome aufgenommen. Es zeigte sich nun in der That, dass die so erhaltenen Spectra fast identisch mit den Bogenspectren unter Wasser sind, und wir sind daher der Ansicht, dass der an den Elektroden im Wasser durch Elektrolyse frei werdende Wasserstoff die Umwandlung des Bogenspectrums in die von uns beobachtete Form verursacht.

Es möge nicht unerwähnt bleiben, dass alle im obigen von uns besprochenen Linien im Funkenspectrum unscharf und verwaschen sind, und dass es auch gerade diese Linien sind, die man durch Anwendung passender Selbstinduction im Funkenspectrum zum Verschwinden bringen kann, wie wir uns durch eigene Experimente überzeugten.

Aus unseren Untersuchungen geht hervor, dass es unzulässig ist, einzelne Linien der Spectra von Metallen als für das Funkenbez. Bogenspectrum charakteristisch hinzustellen, und aus ihrem Auftreten Schlüsse auf die Temperatur der betreffenden Leuchtvorgänge ziehen zu wollen. Letzteres gilt insbesondere auch für die Deutung der Sternspectra, bei denen man versucht hat, auf Grund des Verhaltens einzelner Magnesium- und Siliciumlinien positive Angaben über die Temperatur der Sternatmosphären zu machen.

Geologisch-petrographische Studien in den Gebieten von Predazzo und Monzoni. III.

Von Dr. Julius Romberg
in Berlin.

(Vorgelegt von Hrn. Klein.)

Einleitung.

Meine Thätigkeit im Arbeitsgebiete während des Sommers 1902 erbrachte verschiedene Ergebnisse von allgemeinem Interesse.

Durch vollständige Begehung auch der als unpassirbar geltenden Felsrunsen wurden die Kenntnisse der Gesteinsgrenzen und Störungslinien erweitert, neue Fossilienfunde gemacht und das bisherige reiche petrographische Material um mehr als 500 Vorkommen vermehrt, so dass kaum ein Eruptivgestein von Bedeutung in der Sammlung fehlen dürfte.

Für die verschiedenen Tiefengesteine ergab sich die Zugehörigkeit bestimmter Ganggefolgschaften im Sinne Rosenbusch's, die durch chemische Analysen noch im Einzelnen erhärtet werden muss.

Am Monzoni dürfte das Studium der S.-Seite die Erkenntniss der Altersfolge und der Tektonik fördern. Über dem eigenartigen schwarzgrauen Quarzporphyrit nebst Tuffen folgt dort ein ähnlicher kirschrother, der jedoch nicht von dem gewöhnlichen Grödener Sandstein überlagert wird, sondern von einer Serie grauweisser Quarzite, auch zum Theil rother, makroskopisch granitähnlicher Gesteine, über welchen metamorphe graugrüne und schwarze Sedimente folgen, ehe man durch Kalk den Monzonit erreicht. Ausser anderen Gesteinsgruppen fehlt hier Melaphyr dazwischen. Dessen Hauptmasse ist durch eine wichtige N.-S.-Verwerfung von dem Quarzporphyrit getrennt.

Als neue Gesteinstypen aus diesem Gebiete erwähne ich einen schwarzgrünen feinkörnigen, durch dunkle Minerale porphyrischen Gang im Olivingabbro, wohl Kersantit, sowie einen lichtgrüngrauen, auch holokrystallin-porphyrischen Gang im Monzonit, der weder dem Monzonitaplit, noch dem Anorthosit völlig entspricht.

Bei Predazzo entdeckte ich eine Anzahl dichter bez. porphyrischer grauer Gänge, die zu dem seltenen Typus der Gauteite ge-

hören, ferner Nephelinsyenitaplite, sowie ein schwefelgelbes, durch Turmalinsphärolithe schwarzgeflecktes Ganggestein, das zwischen Tinguáit- und Bostonitporphyr stehen dürfte.

Von Interesse ist die Auffindung von Granit- (Pegmatit-) Einschlüssen im Melaphyr an drei Stellen, wodurch, neben dem bekannten jüngeren, das Vorhandensein eines älteren Granits in der Tiefe erwiesen ist.

Von Wichtigkeit für die Tektonik ist die Feststellung, dass die früher beschriebenen grüngrauen Tuffe mit Kalkbrocken stets einen ganz bestimmten Horizont zwischen Kalk und Melaphyr einnehmen. Ausserdem treten mehrfach schwarzbraune bröcklige Melaphyrtuffe, ganz wie im oberen Fassathale, auf, ferner, mit Mandelsteinlava vergesellschaftet, gleichfalls früher schon erwähnt, rothbraune Tuffgesteine.

Gänge von Melaphyr oder Porphyrit konnte ich im Monzonit — trotz gegentheiliger Behauptungen — nirgends constatiren.

Erstrecken sich Apophysen des Monzonits in den benachbarten Kalk (Dolomit), so ändert sich fast ohne Ausnahme ihre Zusammensetzung, sie erhalten Shonkinitcharakter (Orthoklas-Augit).

Durch das Auftreten typischer Tinguáite in Gemeinschaft mit Camptonit-Gängen zwischen Nephelinsyenitporphyren in einem grösseren Complex von Nephelingesteinen hat sich die Abtrennung und Altersbestimmung ersterer als berechtigt erwiesen. Das gleiche charakteristische Ursprungsgestein der Tinguáite findet sich allenthalben, wo etwas frisches Material erhalten geblieben ist.

Die von anderer Seite erfolgte Untersuchung der Sedimente ist noch nicht weit genug vorgeschritten, um zu abschliessenden Ergebnissen bezüglich der Tektonik gelangen zu können.

Von neuer Literatur wurde mir seit meiner letzten Publication (diese Sitzungsber. 1902, S. 675/702 und S. 731/762) bekannt:

C. Doelter: »Chemische Zusammensetzung und Genesis der Monzonigesteine«. Wien. Tschermak's Mineral. und petrograph. Mittheil. 1902, Bd. XXI S. 97/106 und S. 191/225.

Es sind Fortsetzungen der oben (S. 678) schon erwähnten Abhandlung. Sie bringen drei neue chemische Analysen eines Olivingabbro, Pyroxenits und Labradorfels, die eingehend discutirt werden und Anlass zur Erörterung einer Reihe genetischer Fragen liefern.

Einen Theil der von C. Doelter gesammelten Handstücke beschreibt sein Assistent:

J. A. Ippen: »Über einige Ganggesteine von Predazzo«. Wien 1902. Sitz.-Ber. d. k. Akad. d. Wiss. Bd. CXI S. 1—59 und

J. A. Ippen: »Über einige aplitische Ganggesteine von Predazzo«. Centr.-Bl. f. Min. Stuttgart 1902. Nr. 12 S. 369—375.

Analysen eines Camptonits, Cancrinitsyenits mit Sodalith, phonolithoiden Nephelinsyenitporphyrs, Granitaplits und Pulaskitaplits werden gegeben, sowie eine Reihe von Gesteinsbeschreibungen.

Der Werth dieser Arbeiten wird beeinträchtigt, theils, weil der Sammler grade bei den wichtigsten Vorkommen ausreichende nähere Angaben unterlässt (auch die präcise scheinenden sind es thatsächlich nicht), theils, weil nach Structur und Mineralbestand verschiedene Gesteine unter einem Namen zusammengefasst werden. Mit Monzonit kann jedes Gestein vom Olivingabbro bis zu Syenit gemeint sein und, da ein Übergang zu Melaphyr existiren soll (a. a. O. S. 70), auch Glieder dieser Reihe. Seine Orthoklas- (Syenit-) Porphyre werden nicht von den Liebeneritporphyren, diese nicht von körnigen Nephelingesteinen getrennt, so dass auch die detaillirteste Kenntniss der Vorkommen in der Natur und im Schliffe zur völligen Identificirung nicht ausreicht. Selbst directe Irrthümer sind daher selten nachweisbar, wie jener bei Ippen (a. a. O. S. 230) »Camptonit hinter der Brauerei von Predazzo, den Monzonit durchbrechend«, wo statt Monzonit es Granit heissen muss. Bei dem ausserordentlichen Gesteinswechsel im Gebiete, welcher fortlaufende Controlle der Beobachtungen im Felde und im Mikroskope erfordert, sollte eigentlich jede Handstücksarbeit ausgeschlossen sein, die, statt zu klären, nur Verwirrung schaffen kann. Derartige Mängel werden auch hier bemerkbar, vielleicht erhöht durch grosse Eile bei der Fertigstellung der Arbeit, worauf z. B. der fehlende Text zu den Abbildungen S. 259, die wiederholte Beschreibung der nämlichen Camptonite (Malgola NW.-Ecke S. 227 und im dunklen Monzonit S. 229, auf S. 232) u. s. w. schliessen lässt. Ich muss auf diese Abhandlungen bei den einzelnen Gesteinen noch einige Male zurückkommen.

P. von Sustschinsky: »V. Mikroskopische Untersuchung einiger Pseudomorphosen«. Leipzig 1902. Zeitschr. für Krystall. Bd. XXXVII, S. 63/69.

Verschiedene Pseudomorphosen von den bekannten Mineralfundstätten des Monzoni werden neu untersucht, z. B. Monticellit als Forsterit, mit Fassait durchwachsen, erwiesen.

Specieller Theil.

Das Monzonigebiet.

Völlig isolirt unter den Südtiroler Quarzporphyren steht das Vorkommen eines schwarzgrauen Quarzporphyrits mit seinen ähnlichen Tuffen im Val San Pellegrino östlich von Ronchi bis gegen

Allochet. Nach meinen Untersuchungen trennt ihn bei Ronchi eine fast N.-S. verlaufende Verwerfung von dem Melaphyr-Kalkgebiet der Pesmeda, das wieder nach W. an den bekannten rothen Quarzporphyr bei Moëna grenzt. Die Bezeichnung Quarzporphyrit wird gewählt, weil das Gestein mehr Plagioklas gegen Orthoklas, viel Quarz neben zum Theil resorbirtem Biotit als Einsprenglinge enthält, während die Grundmasse zum Theil noch Fluidalstructur, sowie entglaste Sphärolithe erkennen lässt. Zwar sind auch andere Südtiroler Quarzporphyre durchaus nicht arm an Plagioklas, doch dürfte wahrscheinlich dem ersteren ein höheres Alter zukommen, da die oberen Partien desselben bei kirschrother Farbe reicher an Orthoklas werden und von quarzitischen Gesteinen bedeckt sind. Eine Trennung in zwei ungleichaltrige Ergüsse liess sich bisher nicht durchführen. Die kirschrothe Facies ist z. B. an der Gabelung des Val Ricoletta (wie das auf Doelter's Karte[1] als Toal dei Rizzoni bezeichnete Thal thatsächlich genannt wird, während ersterer Name den weiter östlich gegen Allochet gelegenen schmalen Runsen zukommt) bei etwa 1945^m gut aufgeschlossen, doch fand ich die vollständigste Gesteinsreihe an der sich vom Mal Invernogipfel direct nach S. erstreckenden Kette. Sie bildet dort einen wesentlichen Theil der »Kalkscholle« auf Doelter's Karte, indem über dem rothen Quarzporphyr bei etwa 2220^m grauweisse Quarzite bei etwa 2250^m, graugrünliche metamorphe Gesteine mit Kies bei etwa 2290^m, andere schwarze bei etwa 2315^m anstehen, während wir durch Kalk erst bei etwa 2475^m zum Monzonit kommen, welcher sich, nochmals durch Kalk mit Melaphyr-Gang darin bei etwa 2540^m unterbrochen, nun bis zum Gipfel (2632^m) verfolgen lässt. Unter den quarzitischen Gesteinen befinden sich solche von rother Farbe, die makroskopisch granitähnlich werden, auch in Drusen Quarzkrystalle und Turmalin führen. Im Bachbett des Toal da Mason, von etwa 2120^m an bis hinauf zur Quelle, sind solche Gesteine gut zu beobachten, während man beim Abstiege, z. B. bei etwa 2065^m, zu eigenthümlichen feinkörnigen, quarz- und biotitreichen Gesteinen von grauer Farbe gelangt, die zunächst an Monzonit erinnern, aber veränderte Quarzporphyrittuffe sind.

Zwischen Quarzporphyrit und Monzonit oder Kalk fand sich kein Melaphyr oder Porphyrit eingeschaltet; **letztere Erguss- und Ganggesteine müssen schon ihre Verbreitung im Kalk erlangt gehabt haben, bevor die Monzonite auftraten**, die dann ebenfalls Apophysen in den Kalk entsandten. Eine solche, wohl mit Einschlüssen von Porphyrit, setzt z. B. im Kalk des Kammes von Toal della Foja

[1] C. Doelter: Der geologische Bau, die Gesteine und Mineralien des Monzonigebirges in Tirol«. Mit geol. Karte u.s.w. Wien 1875. Jahrbuch d. k. k. Geolog. Reichsanstalt. XXV. Bd. 2. Heft. S. 207—246.

gegen Palle rabbiose bei etwa 2205^m nahe einer der Mineralfundstätten auf.

Auf das Melaphyrgebiet einschliesslich Tuffe im unteren Theile des Pesmedathales sowie oben im Kalk zwischen etwa 2150^m und dem Kamme östlich der Punta Valaccia bei etwa 2560^m, gleichfalls auf die Vorkommen von Plagioklasaugitporphyrit im Sediment am Le Selle-Pass, in denen sich nur vereinzelt Olivin findet, auch der Augit zurücktritt, gehe ich hier nicht ein.

Entgegen den Angaben Cathrein's[1] S. 81 und der ausdrücklichen Bestätigung in der neuesten Publication Doelter's (a. a. O. S. 204) konnte ich einen Melaphyr- oder Porphyrit-Gang im Monzonit trotz eifrigen Nachsuchens nirgends auffinden.

Der Wichtigkeit dieser Altersbeziehungen wegen habe ich z. B. das Toal da Mason am Wege, ferner im Thale selbst, auch an den beiden Seitenkämmen von unten bis zum Gipfel des Mal Inverno (2632^m) durchsucht. Aber nur bei etwa 1810^m fand ich an dem am Westrande des Thales hinführenden Wege ein melaphyrähnliches Gestein mit grossen Olivinkrystallen, das an der Grenze gegen den Quarzporphyrit tuffartig ist und prächtige Lapilli, auch kopfgrosse Einschlüsse des Nebengesteins enthält.

Ein 100^{cm} breiter Gang im Monzonit des Gipfelkammes zwischen Toal della Foja und Toal da Mason bei etwa 2335^m erweist sich im Schliffe als Monchiquit mit grossen Olivin- und Augiteinsprenglingen, letztere mit grauröthlichem Rand, kleinen Plagioklasleisten sowie Augiten, etwas barkevikitischer Hornblende und Nephelin (nach Ätzen und Färbung) in der geringen Glasgrundmasse. Cathrein hatte damals eine Trennung der camptonitischen Gesteine von seinen Dioritporphyriten noch nicht vorgenommen. Es widerstrebt mir auch, die Angaben Doelter's (a. a. O. S. 204) und Ippen's (a. a. O. S. 238) über Melaphyr-Gänge im Monzonit von Palle rabbiose auf dieses Vorkommen zu beziehen, aber die typischen Melaphyr-Gänge dort, z. B. bei etwa 2030^m beim Aufstieg vom Pesmedathale, setzen im Kalk auf, und die (a. a. O. S. 239) erwähnten Picotiteinschlüsse fand ich auch hier nur im Olivin des Monchiquits.

Andere schmale schwarze Gänge im Monzonit oder Gabbro, die keineswegs sehr selten sind, bestehen meistens nur aus Augit, sind Adern von Pyroxenit oder »Traversellit«, wie ich solche schon früher (a. a. O. S. 688 689) beschrieb. Ausgezeichnete Beispiele dafür liefern die Vorkommen am unteren Ende des Chabasitthales bei etwa 2065^m auf beiden Seiten.

---

[1] A. Cathrein: »Zur Dünnschliffsammlung der Tiroler Eruptivgesteine«. Neues Jahrbuch f. Mineralogie u. s. w. Stuttgart 1890. Bd. I. S. 71—82.

Drei Hauptgruppen körniger Gesteine, an welche sich eine Reihe von Modificationen und Ganggefolgschaften anschliesst, auf die speciell einzugehen der enge Rahmen hier verbietet, kommen am Monzoni vor.

1. Der gewöhnliche schwarzweisse Monzonit, dessen neue Beschreibung sich erübrigt, der am Mal Inverno verbreitet ist.

2. Ein makroskopisch recht verschieden aussehender schwarzgelber gabbroider Monzonit tritt mit ersterem zusammen auf, ist aber wohl jünger; bis zum Gipfel der Ricoletta reicht sein Verbreitungsgebiet. Im Dünnschliff herrscht jedoch grosse Ähnlichkeit, nur walten die dunklen Minerale etwas mehr vor, zu denen oft Hypersthen gehört. Orthoklas als Untergrund, selbst kleine Quarzkörnchen finden sich in beiden Gesteinen ausser Plagioklas, aber die Spaltrisse der Feldspäthe in dem schwarzgelben sind durch Eindringen von Brauneisen, Biotit, auch Uralit gefärbt, was als eine Ursache des verschiedenen Aussehens betrachtet werden kann.

3. Typischer Olivingabbro, welcher am Wege vom Monzonicircus zum Le Selle-See ansteht und sich zu den Gipfeln der Ricoletta und von Allochet hinaufzieht. (Vielleicht ist der von den Führern Allochet genannte oder als dazu gehörig bezeichnete, von mir früher (a. a. O. S. 688) beschriebene W.- und NNW.-Vorsprung identisch mit Doelter's Rizzoni, was aus den ungenügenden Karten nicht ersichtlich, nach Angaben über dort auftretende Gänge aber wahrscheinlich ist.)

Die von Doelter (a. a. O. S. 71—73) beschriebene und analysirte Monzonitvarietät vom Mal Inverno gegen die Punta Valaccia am N.-Abhang (es fehlt wieder eine Höhenangabe), die einen zweiten tiefgrünen Aegirinaugit neben dem gewöhnlichen enthält, wurde unter den in verschiedener Entfernung vom Kalkcontact dort zwischen etwa 2350—2450^m gesammelten Varietäten nicht vorgefunden.

Saure Nachschübe enthält der Monzonit z. B. an der W.-Seite des Ostarms des Val Ricoletta bei etwa 2065^m, wo günstige Aufschlüsse direct oberhalb der Quarzporphyritgrenze einen Einblick in den mannigfachen Gesteinswechsel dort bieten.

Ein mittelkörniger grüngrauer Gang im dunklen, gröberkörnigen Monzonit besteht vorwaltend aus Feldspath, zu dem sich ein farbloser Augit und Titanit gesellt. Dieses Gestein, welches hier einen grösseren fremden Einschluss (Granatgneiss ?) enthält, kann als ein Aequivalent der früher beschriebenen Anorthosit-Gänge im Gabbro betrachtet werden, was in noch deutlicherer Weise in dem wenige Schritte tiefer befindlichen lichtgrüngrauen feinkörnigen Gang mit einzelnen gleichgefärbten sehr grossen Plagioklaseinsprenglingen der Fall ist. Während in ersterem Gestein noch Orthoklas den Untergrund

bildet, sieht man in letzterem nur kleine Plagioklasleisten mit farblosem Augit dazwischen, meist nach einer Richtung angeordnet, ähnlich der Fluidalstructur. Sie zeigen einen unregelmässigen, sauern Rand, zu ganz blassgrüner Hornblende (24°) wird der Augit verwandelt, und Titanit tritt, geradezu fortlaufende Adern bildend, auf.[1]

Ziemlich mächtige Vorkommen von basischen Nachschüben, Pyroxenite, finden sich an der W.-Seite des Ri d' Allochet bei etwa 2200m, hier mit sehr grossen Biotitkrystallen; ein feinkörnigerer Typus zieht sich an der O.-Seite bei etwa 2300m zum Col Lifon empor, auch bei etwa 2400m zwischen Rizzoni und Allochet tritt solcher an der S.-Seite auf.

Zu dem typischen Olivingabbro, den man im Fassait-, Chabasit-, Traversellitthal findet, gehören auch die Aufschlüsse am Wege zum Le Selle-Pass. Die von Weber[2] S. 11/12 beschriebene Monzonitapophyse an der Fuggeritfundstelle bei etwa 2115m ist selbst ein gutes Beispiel dafür. Das ziemlich grobkörnige Gestein wird nach dem Kalkcontact aufwärts feinkörniger; der Olivin, dann Biotit treten zurück, der Augit ist in einzelnen grösseren Individuen noch gefärbt, hat aber schon farblosen Rand, wie auch die kleinen Körner ungefärbt sind; sehr viel pleochroitischer Titanit und Eisenkies treten auf, besonders in feinen Äderchen, die diese Grenzfacies durchziehen, welche als Anorthosit bezeichnet werden kann. Solche schmale Adern können den Eindruck scharfer Grenzlinien hervorrufen. Der am Wege 22 Schritt breite Aufschluss gestattet bequem die Beobachtung der Übergänge in der 10 Schritt breiten lichten Anorthositvarietät.

Zwischen solchem Olivingabbro und dem früher (a. a. O. S. 690) von mir beschriebenen Wehrlit-Gang an der O.-Seite des Traversellitthales bei etwa 2200m fand ich ein bisher vereinzelt gebliebenes Vorkommen eines schwarzgrünen feinkörnigen Kersantit-Gangs, porphyrisch durch Einsprenglinge von Biotit und Augit. Im Schliffe umgibt ein körniges Gemenge aus Plagioklasleistchen, schmalen Biotitstreifchen und kleinen Augitkörnchen nebst Erz fluidal grössere Individuen von Biotit und Augit, der wieder von Biotitpartikeln durchsetzt wird, auch einzelne Plagioklase. Die Grenze gegen den Wehrlit ist verdeckt, jene gegen den Olivingabbro scharf; auch Einschlüsse des letzteren sind vorhanden.

[1] Vielleicht ist dieser Gang zu den »Plagiapliten« zu stellen, wie solche L. Duparc und S. Jerchoff, »Sur les plagiaplites filoniennes du Kosswinsky« (Archiv des sc. phys. et nat., Genf 1902), als Gefolgschaft pyroxenitischer Gesteine beschreiben.

[2] M. Weber: »Petrographische Untersuchungen im Monzonigebiet. Die Contactverhältnisse vom Monzonithal nach Allochet.« Würzburg 1899. Doct.-Dissert. S. 1—58.

Gleichfalls zur Gefolgschaft des Olivingabbro gehören schon früher (a. a. O. S. 689) erwähnte feinkörnige, auch manchmal etwas porphyrische Gänge von Olivindiabas, wie z. B. bei etwa 2435^m über der W.-Seite des Traversellitthales bei Aufstieg zum Ricolettagipfel; oben am Grate zwischen letzterem und der Ricolettascharte bei etwa 2515^m und 2545^m, westlich dieser bei etwa 2495^m und fast am Gipfel des Mal Inverno bei etwa 2610^m, hier verändert mit Kies an der Grenze von Kalk gegen Monzonit. Im Schliffe sind die farbigen Gemengtheile, Olivin, Augit, Biotit, Erz, manchmal Hypersthen zwischen die schmalen Plagioklasleisten, die meist fluidal nach einer Richtung gestreckt sind, eingebettet. Zwischen solchen Olivindiabas und Olivingabbro schiebt sich in einem bei etwa 2060^m unten an der W.-Seite des Chabasitthales entnommenen Contactstücke noch eine schmale Wehrlitader ein.

Seltener sind Olivinmonzonite, die bei gleicher Structur noch Orthoklas als Untergrund erkennen lassen; ein solcher Gang findet sich bei etwa 2490^m beim Aufstieg vom Traversellitthal zum Ricolettagipfel.

Ein 20^{cm} breiter Gang, holokrystallinporphyrisch durch grosse weisse Plagioklaseinsprenglinge, bei etwa 2250^m auf der S.-Seite nördlich über Val Ricoletta anstehend, enthält weder Olivin noch Orthoklas, aber ausser Augit noch Hypersthen; er wird gleichfalls zur Gefolgschaft des Gabbro gehören.

Wahrscheinlich ist zu letzterer auch der aus Magnetit bestehende Erzgang am Fassaitfundpunkte bei etwa 2240^m am Wege zur Ricolettascharte zu rechnen, der hier an der Kalkgrenze sich einstellt. An dem etwas tiefer gelegenen Contacte des Olivingabbro mit dem Kalke hat sich schwarzes Gesteinsglas gebildet und der Contactfels enthält Perowskit im Schliffe.

Für verschiedene andere Gesteinsvarietäten, z. B. aus dem Toal della Foja, von Allochet, sind noch weitere Untersuchungen nöthig.

Da Doelter wie auch Ippen ziemlich häufig auf einen Nephelingehalt der Monzonigesteine hinweisen, möchte ich bemerken, dass solche Vorkommen äusserst selten sind (von den Camptoniten hier abgesehen), falls dieses Mineral zweifelsfrei festgestellt werden soll.

Im ganzen Gebiet habe ich einen Liebeneritporphyr-Gang aufgefunden, der bei etwa 2180^m im Monzonit der Palle rabbiose 150^{cm} breit, fast direct über der Kalkgrenze aufsetzt. Wie sich herausstellte, ist solcher identisch mit dem von Weber[1] S. 677 erwähnten, einzig bisher bekannten.

[1] M. Weber: »Beiträge zur Kenntniss des Monzonigebietes«. Centralbl. f. Mineral. Stuttgart 1901, Nr. 22, S. 673—678.

Es ist zweifelhaft, ob das stark zersetzte rothe feinkörnige Ganggestein, das bei etwa 1785^m an der Gabelung des Weges von Ronchi zur Sella del Toal della Foja im Kalk neben Melaphyr-Gängen (Verwerfungsgrenze!) ansteht, gleichfalls zum Tinguáit zu stellen ist, da es zu einer besonderen Facies der Syenit-Ganggefolgschaft gehören könnte. Die charakteristischen Nephelinpseudomorphosen und schmalen Feldspathleisten fand ich im Schliffe nicht. Es ist dies der von Lemberg[1] S. 492 analysirte »Feldspathporphyr«, den Brögger[2] S. 110/111 unter den Liebeneritporphyren, Rosenbusch[3] S. 199 als Alkaliaugitsyenitporphyr aufführt.

Unter den dunklen Gesteinen fanden sich Vorkommen im Allochetthal mit nephelinähnlichen Verwitterungsproducten, aber ein sicherer Beweis für Entstehung aus diesem Mineral fehlt.

Auch die von Doelter (a. a. O. 1875 S. 226/227) unter Orthoklasporphyr, jedoch nephelinhaltig beschriebenen Gänge, auf die er, sowie Ippen neuerdings hinweisen, glaube ich in einer mächtigen Runse, die zu einem monolithartigen Felsrest führt, westlich vom Mal Inverno unterhalb des Kammes gegen das Pesmedathal bei etwa 2495^m auf der N.-Seite aufgefunden zu haben, da dies die einzige Stelle sein wird, wo ein grosskörniger Quarzsyenit ansteht und unweit davon auch Syenitporphyr; indes Nephelin enthielten beide Gesteine nicht.

Bei gründlicher Begehung des ganzen in Frage kommenden Gebietes fand ich auch die Verbreitung der rothen syenitischen Gesteine nur gering. Ein grösseres Massiv desselben existiert nicht, nur Gangvorkommen. Sie alle enthalten Orthoklas vorwaltend gegen Plagioklas, zum Theil auch etwas Quarz, Augit oder Hornblende, manchmal Biotit, sowie regelmässig Zirkonkrystalle; Erz, Apatit event. Titanit fehlen nicht ganz.

Ausser den kurz vorher erwähnten Gängen zwischen Mal Inverno und Punta Valaccia nenne ich einen 180^cm breiten feinkörnigen, wenig porphyrischen Gang bei etwa 2500^m unter der Palla verde auf der N.-Seite, mehrere schmale ebensolche auf der S.-Seite in gleicher Höhe am Kamme der Palle rabbiose, einen 200^cm mächtigen Gang an dem W.-Gipfel von Allochet (Doelter's Rizzoni?) bei etwa 2545^m, auch schmale Syenitaplit-Gänge, von denen einer bei etwa 2505^m schönen Orthit, auf Sprüngen auch eingewandertes Erz führt und sich nach

---

[1] J. Lemberg: »Über Gesteinsumbildungen bei Predazzo und am Monzoni«. Berlin 1877, Zeitschr. d. Deutsch. Geolog. Gesellsch. Bd. XXIX, S. 457—510.

[2] W. C. Brögger: II. Die Eruptionsfolge der triadischen Eruptivgesteine bei Predazzo in Südtirol. Christiania 1895.

[3] H. Rosenbusch: »Elemente der Gesteinslehre«. Stuttgart 1898.

unten in ein feinkörniges grüngraues Ganggestein erstreckt, das viel reicher an Plagioklas, Uralit und Biotit ist. Die Gänge im Allochetgraben an der S.-Seite bei etwa 2435^{m} und 2475^{m} stehen an der Grenze zwischen Quarzsyenitaplit und Granitaplit, ebenso ist von den durch Weber (Diss. a. a. O. S. 41/42) erwähnten Granitgängen in der sich unterhalb der Fuggeritfundstelle öffnenden Runse der obere, 30^{cm} breite, bei etwa 2255^{m}, der Stücke des Nebengesteins einschliesst, nach seinem Gehalt an Augit, aber wenig Quarz zu Syenitaplit, der untere 85^{cm} breite bei etwa 2250^{m} mit mehr Quarz und ohne Augit event. zu Granitaplit zu stellen. Wahrscheinlich zählen alle diese rothen Gänge zur Gefolgschaft des Syenits und echte Granite sind hier überhaupt nicht vertreten.

Gegenüber den Tinguáiten sind Gänge der Camptonit-Monchiquit-Reihe etwas häufiger.

Den von mir früher[1] S. 458 vom Ricolettagipfel beschriebenen Monchiquit-Gang konnte ich jetzt schon von 2460^{m} ab bei dem Aufstieg vom Traversellitthal verfolgen; ein anderer an der Palla verde bei etwa 2525^{m} wird auch von Ippen (a. a. O. S. 229) aufgeführt. Jener unter Melaphyr hervorgehobene Gang im Monzonit der Palle rabbiose bei etwa 2335^{m} gehört hierher, gleichfalls der von Weber (Diss. a. a. O. S. 10/11) als Camptonit geschilderte, nur 15^{cm} breite Gang an der Grenze von Kalk und Olivingabbro bei etwa 2060^{m} am Le Selle-Weg, der aber Glasbasis enthält, wenn nicht hier Analcim[2] im Untergrunde vorhanden ist, was nach dem Auftreten von Krystalldurchschnitten, die sich am besten auf dieses Mineral beziehen lassen, innerhalb an barkevikitischer Hornblende reicher Schlieren möglich ist.

Von Interesse ist ein bisher nicht bekannter Camptonit-Gang mit grossen Hornblende- und Apatitkrystallen, auch Plagioklasfremdlingen am Wege von Ronchi zur Sella del Toal della Foja bei etwa 1870^{m} (Verwerfung!). Die Hornblendeeinsprenglinge lassen im Schliffe die früher (a. a. O. S. 756) geschilderten Resorptionsphänomene in prächtiger Weise erkennen. In Querschnitten sind die einzelnen Theilchen mit dem charakteristischen Spaltwinkel abgetrennt und je von einem Rande winziger Erzkörnchen umgeben.

[1] J. Romberg: »Vorarbeiten zur geologisch-petrographischen Untersuchung des Gebietes von Predazzo«, Berlin 1901, Sitzungsber. der Berl. Akad. d. Wiss., Bd. XX, S. 457—460.

[2] L. V. Pirsson: »On the Monchiquites or Analcite Group of igneous rocks«. The Journal of Geology, Chicago 1896, Bd. IV, S. 679—690.

Ferner A. Lacroix: »Matériaux pour la minéralogie de Madagascar. Les roches alcalines caractérisant la province pétrographique d'Ampasindava« Paris 1902. Nouvelles Archives du Muséum d'histoire naturelle. 4me Série Tome I, S. 1/214 auf S. 196—201.

Das Gebiet von Predazzo.

Die Gesteine von Predazzo sind in meinen früheren Publicationen schon eingehender behandelt worden, weshalb ich mich hier kürzer fasse.

Die Existenz eines alten Granits in der Tiefe wird durch Einschlüsse im Melaphyr erwiesen. Ziemlich grosse Stücke finden sich, mit gefrittetem Sandstein zusammen, in der früher (a. a. O. S. 681) geschilderten Melaphyrbreccienlava an der Basis des Kalkes bei etwa 1850^m im Ostarm des Viezzenathales. Nach dem Schliffe liegt Pegmatit vor, der Mikroklin enthält neben Orthoklas, Quarz und wenig Plagioklas.

Andere ähnliche Einschlüsse, auch von sehr grossen Feldspathindividuen, kommen in einem Melaphyr-Gange vor bei etwa 1705^m am Wege, der von der Säge nördlich von Mezzavalle nach W. gegen die Cima Feoda führt, ferner in einem mächtigen Melaphyraufschlusse bei etwa 1805^m etwas südlich vom Val Sorda.

Die Trennung der Melaphyrvorkommen von Plagioklasaugitporphyriten würde wohl zu wesentlichen Ergebnissen für die Tektonik und Altersbeziehungen führen, doch erwachsen der darauf gerichteten Untersuchung durch die vielfachen Modificationen beider Schwierigkeiten, so dass solche noch fortgesetzt werden muss.

Am Wege zum Satteljoch z. B. tritt Melaphyr in der Höhe von etwa 1530—1550^m auf; in dem Hohlwege bei etwa 1540^m kann das Gestein nach seiner körnigen Structur eventuell als Olivindiabas bezeichnet werden. Auch an dem von Mezzavalle nach Vardabe führenden Fahrwege finden sich typische Melaphyr-Gänge z. B. bei etwa 1200^m und 1350^m und werden dort, ähnlich wie am Agnello, von rothbraunen tuffartigen Mandelsteinlaven begleitet, welch letztere sie durchsetzen.

Ein Vorkommen bei etwa 1750^m z. B. wenige Schritte nördlich vom Punkte 1760 der Karte, nördlich von Vardabe, besteht aus verschiedenen Melaphyrbruchstücken.

Echte schwarzbraune Melaphyrtuffe, bröckelig, wie solche im oberen Fassathale auftreten, fand ich bei etwa 1620—1640^m am Wege oberhalb der Quelle des Vardabebaches, ebenso am Wege von Vardabe zur Cima Feoda bei etwa 1740^m und unweit des Val Sorda bei etwa 1940^m. Bei Predazzo waren diese Tuffe bisher nicht bekannt.

In grösserer Ausdehnung treten, auch früher schon erwähnt, geschieferte, plattige rothbraune Tuffe zwischen Forcella und Agnello, z. B. bei etwa 2075^m (zwischen Punkt 2020 und 2193^m der Karte) in Verbindung mit Mandelsteinlava auf. Diese südsüdwestlich der Malga Sacina di sopra gelegene Masse wird mit jenen früher (a. a. O. S. 686) von mir beschriebenen derartigen Gesteinen zusammenhängen, die sich,

wohl in Folge einer Verwerfung, über den Sacinaweg (dort bei etwa 1500^m) zum Val Scalotta, an der W.-Seite des bei etwa 1310^m von S. einmündenden Baches, hinabziehen. Auch am Wege zwischen den beiden Alpen erscheinen solche Tuffe.

Die Bedeutung, die ich den grüngrauen Tuffen mit Kalkbrocken früher (a. a. O. S. 685/686) für die Tektonik beilegte, hat sich als berechtigt erwiesen. Bei sämmtlichen Vorkommen fand ich dieselben an gleicher Stelle zwischen Kalk und Melaphyr eingeschaltet. Vom nördlichen Doss Capello-Gipfel (hier zwischen 2235 bis 2266^m) verfolgte ich sie zum Vorsprunge der Tresca (2235^m), am Agnello entlang oberhalb Malga Sacina zwischen 2240 und 2260^m, schwach nach O. fallend über Val Bonetta zum Rivo Bianco bei etwa 2220^m und gegen Val Stava. An der N.-Spitze der Costa di Viezzena (2308^m) erscheinen sie, steil gegen die östlich daneben verlaufende Verwerfung einfallend, an der Grenze der gleichen Gesteine und ebenso am Wege vom Mulatto nach Forno, oder in der Runse nördlich desselben bei etwa 1300^m, während höher zwischen etwa 1510—1560^m sich auch dünnplattige, im Schliffe aus Melaphyrbruchstücken bestehende Gesteine einstellen.

Vielleicht ist unten am linken Avisio-Ufer gegenüber Forno eine untergeordnete Eruptionsstelle blossgelegt, denn zu dem Melaphyr und ähnlichen Tuffen mit Kalkbrocken gesellen sich dort noch halbkreisförmig verlaufende Bänke aus feinstem aschgrauen Kalk mit Eruptivmaterial dazwischen. An der Strasse südlich von Forno, besser oberhalb derselben, finden wir die gleichen grünen Tuffe in derselben concordanten Zwischenlagerung.

Auch bei Plagioklasaugitporphyrit existiren Eruptionen verschiedenen Alters. Im Hauptarm des Val Caligore an der S.-Seite des Mulatto bei etwa 1610^m fand ich einen schmalen dichten Gang von ganz ähnlicher Zusammensetzung, wie jenes bekannte Gestein, das letztere durchsetzend.

Wie vorher aus dem Monzonigebiete und schon früher (a. a. O. S. 695 ff.) für die Umgebung von Predazzo erwiesen, sind Plagioklasaugitporphyrit und Melaphyr älter als die Monzonite. Ich habe auch hier an keiner Stelle, auch nicht an den von anderer Seite bezeichneten Localitäten, einen Porphyrit- oder Melaphyr-Gang im Monzonit feststellen können, wohl aber umgekehrt weitere Apophysen des Monzonits in ersterem Gestein aufgefunden, z. B. 100^{cm} breit an der Ostseite des Ostarms von Val Deserta (S.-Seite des Mulatto) bei etwa 1915^m, oder bei etwa 1400^m an der N.-Seite des Tovo di Vena.

Contactmetamorphen Porphyrit, in welchem sich feine Äderchen des eindringenden Monzonits makro- und mikroskopisch verfolgen

lassen, kann man am Weg zu den Marmorbrüchen der Forcella bei etwa 1250^{m} an der SW.-Seite des Wasserfalls schlagen, oder an der N.-Seite der Malgola, wo bei etwa 1150^{m}, noch westlich von Runse 1 der Reyer'schen Karte[1] beginnend, bis zu Runse 5, an einer Reihe grösserer Vorkommen die gleichen Grenzverhältnisse sich beobachten lassen. Recht instructiv ist auch Runse 4 bei etwa 1095^{m}, wo an der W.-Seite Harnische die Grenze der sich hier herabziehenden mittelkörnigen Monzonitzunge markiren gegen den Porphyrit, der auf beiden Seiten der Runse von zum Theil selbst wieder verworfenen Quarzmonzonit- und Granitapophysen durchsetzt wird. Traversirt man nach O. zu Runse 5, so trifft man bei etwa 1070^{m} grosse Porphyrit-Einschlüsse in Menge im Quarzmonzonit und Granit, sowie eine ganze Anzahl mächtiger Apophysen dieser Gesteine, letztere auch bei etwa 1105^{m} westlich neben dem gewölbeartigen Raume an der W.-Seite der Runse. Auf dem wenig tiefer verlaufenden Pfade sieht man nichts von diesen complicirten Verhältnissen.

Auch an der Boscampobrücke finden sich, nicht weit von dem Quarzporphyr, in Folge von Verwerfungen, neben Kalk verschiedene Facies von Porphyrit, Monzonit, Syenit, Aplit, Camptonit und Tinguáit zusammen. An keiner Stelle dort liess sich indes für die Angabe Ippen's (a. a. O. S. 270) »Boscampo, östlich der Brücke. Melaphyr durchbricht den Monzonit« ein Beweis auffinden, obgleich gerade östlich der Brücke die Ausdehnung des Monzonits nur beschränkt ist. Der beschriebene fleischrothe Monzonit dürfte mit einem mittelkörnigen Syenit-Gang zu identificiren sein, der bei etwa 1110^{m} westlich neben einem von Porphyrit durchbrochenen Marmorvorkommen aufsetzt, welches sich sogar bis zu der durch Brögger (a. a. O. S. 72) als Verwerfungskluft gekennzeichneten Runse[2] westlich der Brücke hinzieht. Allerdings tritt bei etwa 1110^{m} wenige Schritte von obigem Syenit im Monzonit ein 35^{cm} breiter Camptonit-Gang auf, auf den die Beschreibung Ippen's (a. a. O. S. 243) des Porphyrit-»Zwischentypus« »umbrabraunes Ganggestein« oberhalb der Boscampobrücke passen würde, denn neben den typischen barkevikitischen Hornblenden »in schlanken, langen Säulchen« ist auch der charakteristische röthliche Augit vorhanden, dessen grössere Durchschnitte im Schliffe aber nicht »vollkommen braun gebrannt« sind, sondern nur einen braunen Rand aufweisen, wie solcher sich auch auf Sprüngen als Brauneisen abgesetzt hat. Über das jüngere Alter des rothen Syenits lässt das Auftreten

[1] E. Reyher: »Predazzo«. Jahrbuch d. k. k. Geolog. Reichsanstalt. Wien 1881. Bd. XXXI. S. 1—56. Mit Karte.

[2] Der früher (a. a. O. S. 696) von dort erwähnte Stollen auf Kies wurde im Laufe des letzten Winters zerstört.

des Syenitaplit-Ganges in der östlich benachbarten Runse bei etwa 1100m, der Adern nach beiden Seiten in den Porphyrit entsendet und Stücke desselben umschliesst, keinen Zweifel.

Das zweite Beispiel, das (a. a. O. S. 243) als »aphanitischer Augitporphyr« aufgeführte, »wesentlich aus Plagioklas- und Augitleisten zusammengesetzte« »Ganggestein von der Sforzella (den Monzonit durchbrechend)« lässt sich nicht identificiren, da trotz der Erhebung von etwa 2200m wieder jede orientirende Höhenangabe fehlt. Einer der von mir beschriebenen Gauteit[1]-Gänge kann aus dem Grunde nicht in Frage kommen, weil weder deren wesentlicher Orthoklasgehalt, noch die Glasgrundmasse erwähnt werden.

Da Ippen (a. a. O. S. 237) von einem Melaphyr-Gang im Kalk am Agnello als bedeutsam das Auftreten von barkevikitischer Hornblende[2] erwähnt, so will ich feststellen, dass mir unter mehreren hundert Porphyrit-Melaphyrschliffen ein einziges derartiges Vorkommen bekannt wurde und zwar aus einem Gange, der 17 Schritt tiefer als jener von ihm citirte mit Granatsalband aufsetzt. Hier ist solche aber nach ihrer partiellen Vertheilung, unregelmässigen poikilitischen Ausbildung nachträglich eingewandert, ebenso wie Kies. Jener Gang mit breitem Salband bei etwa 2000m, von welchem zerspratztes Material in dem umgebenden Kalk verbreitet ist, enthält nach meinen Schliffen diese Hornblende nicht, ebensowenig jener auf der andern Seite des Weges, in welchen Apophysen des »Granit-Ganges« eindringen. An den Grenzen dieser Adern hat sich bräunlichgrüne (keine barkevikitische) Hornblende als Rand um Augit angesetzt.

Die Zusammenfassung alter Porphyrit-Gänge mit grüner uralitischer und junger Camptonite mit brauner barkevikitischer Hornblende als Hornblendemelaphyr durch Ippen (a. a. O. S. 225, 240) nach Doelter zeigt keinen Fortschritt in der Erkenntniss dieser Gesteine und verhindert die Klärung der Altersfragen.

Monzonit. Nur wenige Ergänzungen zu den früheren Angaben sind nöthig.

Eine grössere, für die tektonischen Verhältnisse nicht unwichtige Monzonitmasse, die bisher nicht bekannt war, findet sich über Porphyrit nördlich vom Tovo di Vena bei etwa 1430m und erstreckt

---

[1] Auch nach einer während der Drucklegung dieses publicirten Abhandlung von J. A. Ippen: »Über Melaphyre vom Cornon und theralitische Gesteine vom Viezzenathal bei Predazzo«. Centr.-Bl. f. Mineralogie. Stuttgart. 1903. Nr. 1. S. 6—13 sind diese Gauteit-Gänge weder dem Bearbeiter noch dem Sammler der Handstücke (C. Doelter) bekannt.

Die Ortsbezeichnung »Cornon« ist wieder recht unbestimmt und irreführend; der Ausdruck Melaphyr wird ohne Rücksicht auf Olivingehalt angewandt.

[2] »Als Einsprengling im Plagioklas«.

sich bis zur S.-Seite des S.-Arms des Val Orca bei etwa 1500^m, dort mit Einschlüssen des angrenzenden oberen Porphyrits.

Der von mir früher (a. a. O. S. 694 ff.) geschilderte schwach röthlichgraue grosskörnige Quarzmonzonit hat sich in grösserer Ausdehnung vom Val Caligore an der S.-Seite des Mulatto bis Val Deserta, ferner im Val dei Tei und delle Scandole nachweisen lassen. Bei Untersuchung des Contactes mit dem darunter, bei etwa 1235^m etwas östlich vom Val Caligore anstehenden kleiner körnigen schwarzweissen Monzonit fanden sich mehrere Apophysen des ersteren, die das jüngere Alter des Quarzmonzonits unzweifelhaft feststellen. Auch die von REYER (a. a. O. S. 30 und Fig. 7) sowie von BRÖGGER (a. a. O. S. 86/88 Fig. 10) geschilderte Granitapophyse, die sich bei etwa 1165^m oder 1190^m in dem gegen Val Deserta an dessen W.-Seite vorspringendem Monzonitkopf vorfindet, gehört zu dieser Facies, wird aber von Quarzsyenit und mehreren Aplitadern begleitet.

Shonkinit. Wichtig für die Herausbildung bestimmter Varietäten ist die Beobachtung, dass fast ohne Ausnahme in denjenigen Monzonitapophysen, die sich in den benachbarten Kalk bez. Dolomit erstrecken, der Plagioklas bedeutend zurücktritt, so dass ein wesentlich aus Orthoklas und einem eigenartigen, graugrün bis blaugrün gefärbten Augit (bis 42° Schiefe) zusammengesetztes Gestein, auch mit vielen grossen Apatiten, entsteht, dass dem Shonkinittypus L. V. PIRSSON's[1] (p. 479) nahe kommt. Er sagt: »This name has been given to dark colored basic granitoid rocks consisting chiefly of orthoclase (or alkalifeldspar) and augite .... Besides these chief components olivine, biotite and iron ore among the dark colored minerals, and plagioclase among the light colored ones may be present as accessory components, in considerable amount, but the orthoclase and augite are in all cases the determinant minerals«. Er selbst zieht auch auf S. 484 LEMBERG's Analyse[2], eines hierher gehörigen Monzonits am Vesuvianbruche mit 1—2^{cm} grossen Orthoklaskrystallen, etwa 600^m über der Thalsohle (a. a. O. S. 201) zum Vergleiche heran.

Ausser der hier schon geschilderten Monzonitapophyse im Kalke der Palle rabbiose zeigen diese charakteristischen Veränderungen der früher (a. a. O. S. 698) vom unteren, nördlichen Canzocolihügel bei etwa 1090^m erwähnte feinkörnige Gang, der Ausläufer am Contact darüber bei etwa 1160^m, die Apophyse bei etwa 1385^m mit grossen poikilitischen Orthoklasen zwischen mittlerem und oberem, ebensolche, mit

[1] L. V. PIRSSON: »Igneous rocks of Little Belt Mountains Montana«. XX Ann. Report of the Unit. St. Geol. Survey, 1898/99. Washington 1900, Part. III, p. 463—581.

[2] J. LEMBERG: »2. Über Contactbildungen bei Predazzo«. Zeitschr. d. Deutschen Geolog. Gesellsch. Berlin 1872, Bd. XXIV, S. 187—264.

nadelartiger Ausbildung der Augitkrystalle bei etwa 1440^m direct unter dem oberen Marmorbruche, ferner bei etwa 1495^m am steilen Kalkhügel unterhalb der Vesuvianfundstelle und bei letzterer selbst an der S.-Seite der Alpe bei etwa 1555^m.

Im Gegensatz zu obiger Definition Pirsson's, auf die er sich dabei bezieht, vergleicht Doelter (a. a. O. S. 101—103) den von ihm analysirten Olivingabbro von der Ricoletta trotz ganz verschiedener Zusammensetzung mit dessen Shonkinit und bezeichnet ein ähnliches Gestein (»Hauptbestandtheil ist der Labrador«) direct mit diesem Namen.

Pyroxenit. Ein wenig umfangreiches, aber interessantes Vorkommen von fast nur aus Augit bestehendem ungleichkörnigem Gestein fand ich bei etwa 1575^m im Tovo lungo, einem aus dem Viezzenathale bei etwa 1375^m nach NW. abzweigenden Seitenaste, an der Grenze von zum Theil nephelinhaltigen Syeniten und Porphyrit. Das schwarzgrüne Gestein enthält grosse Augiteinsprenglinge, auch Uralit; in der kleinkörnigeren Facies desselben treten zu lichtem Glimmer verwandelte Durchschnitte auf, die ursprünglich Nephelin gewesen sein könnten. Äderchen aus grünem Augit erstrecken sich in das syenitische, etwas porphyrische rothgraue Grenzgestein. Durch frisches Material bei günstigem Aufschluss wäre hier noch weitere Aufklärung zu erwarten.

Zu Diabas kann am besten ein Gang im Kalk der Runse südöstlich über der Boscampobrücke bei etwa 1190^m gestellt werden, ebenso Vorkommen, die ich beim Abstiege vom Mulattogipfel nach S. im O.-Arm des Val Deserta bei etwa 1900^m oder im Tovo Ghiaccia an der W.-Seite des Berges bei etwa 1875^m und bei 1625^m im S.-Arm auffand. Letztere Gesteine sind holokrystallinporphyrisch durch recht grosse Augiteinsprenglinge, die Einschlüsse von Plagioklas führen. Orthoklas oder Quarz kommen nicht oder vereinzelt in kleinen Körnchen vor. In beiden Thälern finden wir Grenzen zwischen Porphyrit und Monzonit, auch Verwerfungen.

Monzonitaplit. Ippen sagt (Centr.-Bl. f. Mineralogie S. 370), obgleich er die beschriebenen Handstücke nicht selbst gesammelt hat: »Die aplitische Form des Monzonites findet sich übrigens nicht nur als selbständige Gangbildung, wie dies Romberg beschrieb, sondern ebenso als Randbildung des Monzonits (was auch M. Weber wieder hervorgehoben hat«. Die von mir früher (a. a. O. S. 701) gegebene Analyse dieser zur Gefolgschaft der Monzonite gehörigen, auf solche beschränkten jüngeren Gänge mit 66.56 Procent SiO_2 beweist ohne Weiteres gegenüber dem Brögger'schen Mittel von 55.88 Procent der Monzonite bei Predazzo, dass eine Identität mit einer zuerst erstarrten, älteren, wohl auch basischeren Randfacies dieser Gesteine ausgeschlossen ist. Es kann aber auch Ippen gar kein typisches Material

zu seinen Untersuchungen vorgelegen haben nach der Anmerkung (a. a. O. S. 262), wo er einen Unterschied zwischen klarem und trübem Orthoklas construiren will und der Beschreibung unter Aplit (a. a. O. S. 263) eines mittelkörnigen Gesteins vom Mulatto, das auf S. 264 »als Mittelglied zwischen Granit und Monzonit« bezeichnet wird. Es enthält aber »ziemlich gleiche Mengen von Orthoklas und Plagioklas«, und sein Augit »ist der Aegirinaugit der Monzonite« (!).

Einem Urtheile über fremde Forschung sollte doch eigene Untersuchung zu Grunde liegen.

Syenitische Gesteine. Für die Klarlegung complicirter Verhältnisse, besonders an Verwerfungsgrenzen, hat sich die Abtrennung der syenitischen Gesteine vom Monzonit und Granit in der erwarteten Weise als nützlich erwiesen.

Von diesen steht dem Monzonit am nächsten die lakkolithische Masse zwischen Malga Gardone, Malga Sacina und dem nördlichen Doss Capellogipfel, die durch ihre bis gegen Predazzo ausstrahlende Ganggefolgschaft, die auch den Monzonit der Forcella durchsetzt, besonderes Interesse bietet.

Das röthlichgraue Gestein greift mit mächtigen Ausbuchtungen, die bis zur Höhe von etwa 2100^{m} reichen, in den überlagernden Melaphyr sowie in den durch Contact grosskrystallinen, metamorphen Kalk ein, entsendet auch schmalere, oft intensiver rothgefärbte Ausläufer in diese Gesteine, die einen porphyrischen Charakter annehmen und wieder von feinkörnigen rothen Syenitapliten durchsetzt werden. Die Runse mit Wasserleitung nordwestlich über Malga Sacina di sopra (bei etwa 1875^{m}) bietet Gelegenheit zum Studium solcher Vorkommen oder der Ostabhang des Doss Capello bei etwa 1980^{m}.

Für von dem gleichen Magma ihren Ausgang nehmende Nachschübe möchte ich ferner Ganggesteine halten, die als Gauteite zu bezeichnen sind und andere, die bostonitischen Habitus annehmen.

Schon früher (a. a. O. S. 732—734) habe ich auf verschiedene Vorkommen aus diesem Gebiete hingewiesen.

Nach meiner Auffassung gehört gleichfalls in diese Gruppe die überall citirte »Granitader« LEMBERG's (a. a. O. 1877 S. 487) mit 70, 71 Procent SiO_2, die jedenfalls ident ist mit dem »rothen Orthoklasporphyr vom Cornon«, DOELTER's, nach von HAUER's[1] Analyse S. 332 mit 70,09 SiO_2, wie auch mit dem »Granitaplit-Gang vom Satteljoch« IPPEN's (a. a. O. S. 265). Dieser 140^{cm} breite Gang, der am Wege von Malga Gardone zum Agnello bei etwa 2000^{m} in unmittelbarster Nähe

[1] C. VON HAUER: »Analysen südtyrolischer Gesteine«. Verhandl. d. k. k. geol. Reichsanstalt, Wien 1875. Nr. 17. S. 331—334.

des Syenitmassivs auf einer Spalte im Kalk aufsetzt, die schon von einem 40^{cm} breiten Porphyrit-Gange (ich fand keinen Olivin im Schliffe) eingenommen wird, entsendet schmale Apophysen[1] nach unten in letzteren, (s. auch S. 56), die als Syenitaplite bezeichnet werden müssen. Sie enthalten keinen Quarz, wenig Plagioklas gegenüber Orthoklas, der in leistenförmigen Durchschnitten auftritt, etwas Augit, Uralit, Biotit, Titanit, Erz. Der um etwa $1\frac{1}{2}^{m}$ nach NO. verworfene Hauptgang führt reichlich Quarz, aber nur in kleinen Körnern, meist randlich um grössere Feldspathe, etwas Biotit, wenig Uralit, Erz und die für die Syenite charakteristischen, relativ grossen Zirkonkryställchen. Einschlüsse von Porphyrit am oberen Ende des Gangs, solche von Kalk im daneben anstehenden Syenit demonstriren die Altersbeziehungen. Nach dem ganzen Zusammenhang wird der Gang zu Syenitaplit gehören, vielleicht auch zu Quarzbostonit. Der Quarz könnte nachträglichen Ursprungs sein (Verwerfung?).

Die grosskörnigen Quarzsyenite von der S.-Seite des Mulatto stehen in enger Verbindung mit den Quarzmonzoniten daselbst. Wahrscheinlich durchbrechen sie letztere in mächtigen Gängen, doch konnte ich eine ganz scharfe Grenze weder in den Aufschlüssen im steilen östlichsten Arm des Val Caligore bei etwa 1350^{m}, noch östlich davon an den Rocce delle Relle bei etwa 1230^{m}; noch im Val Tei bei etwa 1425^{m} beobachten. Mit ihnen vergesellschaftet sind charakteristische feinkörnige rothe Syenitaplite, die an ersterer Stelle in Gängen von beträchtlichen Dimensionen auftreten.

Die rothen Syenit-Gänge vom Mulattogipfel, welche eine Verwerfung nahe der Monzonit-Porphyritgrenze kennzeichnen, konnte ich bei dem recht unbequemen Abstiege durch Tovo Ghiaccia, dem zur Säge nördlich von Mezzavalle verlaufenden Thale, bis etwa 1875^{m} verfolgen. Einen zugehörigen Syenitaplit-Gang beschreibt auch Ippen (a. a. O. Centr.-Bl. S. 374/375), behält sich die chemische Untersuchung vor, trotzdem ich schon im April 1901 (diese Ber. S. 459) ausdrücklich auf diese Gesteine hinwies, auch im Februar 1902[2] erklärte, speciell über die Syenitaplite demnächst berichten zu wollen. Vielleicht haben ihn inzwischen meine weiteren Ausführungen von den Mängeln einer Analyse nicht selbst gesammelter Handstücke überzeugt; denn auf feinen Rissen sind Magnetit, Augit und Quarz nachträglich ein-

---

[1] Ippen's Folgerung aus dem gleichen Vorkommen (a. a. O. S. 237), »dass es auch jüngere Melaphyre gibt«, ist natürlich unhaltbar. Es liegt hier ein weiterer Beweis für die Art der Beobachtung der thatsächlichen Verhältnisse vor, aus welcher aber doch Schlüsse von grundlegender Bedeutung gezogen werden.

[2] J. Romberg: »Schlusswort«. Centr.-Bl. f. Mineral. Stuttgart 1902. Nr. 5. S. 139/140.

gedrungen und das von ihm (a. a. O. S. 374/375) aufgestellte Schema der Altersfolge ist hinfällig. Auf die Wichtigkeit dieser Verhältnisse habe ich besonders (diese Ber. S. 734/735 und S. 758) hingewiesen. Von diesem am höchsten Gipfel nahe dem Porphyritcontact bei etwa 2145^{m} anstehenden Syenitaplit lassen sich typische Belegstücke mit einer ganzen Anzahl dieser fadengleichen schwarzen Adern leicht sammeln.

Vermuthlich handelt es sich bei dem als »Pulaskitaplit« von Ippen (a. a. O. S. 370—374) beschriebenen und analysirten hellfleischrothen »Ganggestein im Monzonit von Boscampo« um einen der Syenitaplit-Gänge, die dort im Porphyrit aufsetzen und seiner Beschreibung auch entsprechen können. Der eine, 15^{cm} breite, setzt 192 Schritt südöstlich über der Brücke, der andere noch 36 Schritt weiter bei etwa 1100^{m} im unteren Theile der Runse dort auf, schmale Adern in den Porphyrit auf beiden Seiten entsendend. Die chemische Ähnlichkeit dürfte für die gewählte Bezeichnung Pulaskitaplit nicht genügen; eine der für diesen Typus charakteristischen Hornblenden (Arfvedsonit, Riebeckit, Barkevikit) ist auch nach seiner Beschreibung nicht vorhanden, ebenso wenig Aegirin. Der ferner zum Vergleiche herangezogene Laurvikit von Byskoven ist nach dem von mir an Ort und Stelle gesammelten Materiale ein durchaus verschiedenes Gestein.

Von sonstigen Syenitvorkommen will ich nur kurz der verschiedenen Varietäten gedenken, die im Viezzenathale an der W.- und O.-Seite auftreten, sehr häufig in Verbindung mit Nephelingesteinen, theils spangrünen Augit, theils eine braune Hornblende, auch Melanit führen und reich an Titanit sind. Eine Einzelbeschreibung ist bei dem vielfachen Wechsel in Mineralbestand und Structur hier ausgeschlossen; mehrere derselben wurden schon früher (a. a. O. S. 736) erwähnt.

Gauteit: Zu der noch wenig bekannten Gruppe der Gauteite[1] werden eigenartige Ganggesteine gehören, die sowohl Melaphyr als auch Monzonit durchsetzen. Nach ihrem Auftreten zählen sie zu der Gefolgschaft des Syenitmassivs westlich vom Val Gardone, da ich sie nur in dessen Umgebungen auffand, meist nahe der Sedimentgrenze oder an Störungslinien. Es sind aschgraue bis dunkelgraue, oft rauh sich anfühlende dichte Gesteine, da die porphyrischen Einsprenglinge makroskopisch nicht stark hervortreten.

---

[1] Nach J. E. Hibsch: XXIX. »Geologische Karte des böhmischen Mittelgebirges, Blatt V (Grosspriesen)«, Wien 1903. Tschermak's Min. u. petrogr. Mitth. 1902, Bd. XXI, S. 565—590 treten etwa 45 Gänge von Gauteit (S. 552) als Ganggefolgschaft des Essexits dort auf.

Im Schliffe zeigen die meisten Vorkommen Einsprenglinge von Plagioklas und Augit, während in der glasigen Grundmasse neben Mikrolithen dieser Minerale hauptsächlich Orthoklasleistchen erscheinen, dazu etwas Erz. Das früher von mir (a. a. O. S. 661) erwähnte »fast dichte jüngere Ganggestein im Melaphyr, das ganz verschiedenen Typus« zeigt, gehört hierher. Der 40^{cm} breite Gang keilt sich in dem treppenartigen Aufschlusse im Wege zur Malga Sacina di sotto bei etwa 1540^{m} aus. In der Runse, die sich vom Val Scalotta bei etwa 1300^{m} nach SSW. öffnet und obigen Weg bei etwa 1500^{m} kreuzt, steht ein 55^{cm} breiter Gang bei etwa 1525^{m}, ein anderer bei etwa 1580^{m} an. Verhältnissmässig frische Einsprenglinge eines farblosen Augits führt ein Gang im Monzonit bei etwa 1590^{m} im Nordarm des Tovo di Vena etwas unterhalb der Vesuvianfundstelle dort.

Zwei etwas verschiedene, mehr schwarzgraue Gänge setzen oberhalb des Wasserfalls im Südarm des Tovo di Vena bei etwa 1640^{m} im Monzonit auf, mit makroskopisch scharfen Grenzen, von denen der 32^{cm} breite Bruchstücke des Nebengesteins einschliesst. Rothe Syenite und Aplite mit Bostonitcharakter erscheinen daneben.

In den Schliffen fehlt in beiden Gängen die Glasgrundmasse, sie sind holokrystallinporphyrisch. Hauptsächlich Orthoklaskörnchen, auch Plagioklas, Augit, Biotit und Erz bilden die feinkörnige Grundmasse, die Einsprenglinge sind Plagioklas, wenig Augit. Am Contact verschwindet das Erz und der Biotit, die fast farblosen Augite nehmen kräftige Farbe, gelbgrün bis blaugrün, an, gleichfalls in der Grenzzone des Monzonits, wo sich reichlich Titanit und Melanit noch einstellen.

Bei flüchtiger Untersuchung können solche Gänge für Porphyrit angesehen werden und Anlass zu unrichtigen Altersangaben gegenüber dem Monzonit bieten.

Bostonit: Schon früher (a. a. O. S. 734) habe ich die Ähnlichkeit eines aplitischen Ganges am nördlichen Doss Capello-Gipfel (2266^{m}) mit Bostonit betont. Auch andere Vorkommen, zum Theil in der Nachbarschaft der Gauteite[1], weisen Analogien auf, trotz makroskopischer Verschiedenheit, wie Fehlen des Seidenschimmers bei fleischrother Farbe. Das mikroskopische Bild kommt dem Typus wesentlich näher, denn angenähert fluidal angeordnete schmale ausgezackte Leisten von mikroperthitischem Feldspath, auch Plagioklas, umgeben einzelne grössere Individuen derselben; mit kleinen Quarz- und Erzkörnchen erscheint auch etwas Uralit. Solcher aplitisch aussehender Gang tritt

[1] J. E. Hibsch (a. a. O. S. 552) schildert speciell das gemeinschaftliche Auftreten als Gefolgschaft des Essexits.

wenige Schritte von obigen Gauteiten bei etwa 1640[m] an der N.-Seite des Südarmes vom Tovo di Vena im Monzonit auf, andere ähnliche in der Nähe der sonstigen Vorkommen. Mit der Analyse eines Quarzbostonitporphyrs stimmen auch jene des vorher eingehend geschilderten Aplit-Ganges am Wege zum Agnello bei etwa 2000[m] zur Genüge überein, weshalb ich solche hier zusammenstelle:

I. Rother Orthoklasporphyr vom Cornon, nach Doelter bei C. v. Hauer (a. a. O. S. 332).

II. Granitader am Weg vom Sacinathal zur Sforzella bei J. Lemberg (a. a. O. 1877 S. 487).

III. Quarzbostonitporphyr, Marblehead Neck. Boston. Bei Rosenbusch (Elemente 1898 S. 210).

	I	II	III	
SiO_2	70.09	70.71	70.23	
TiO_2	—	—	0.03(?)	
Al_2O_3	15.55	14.59	15.00	
Fe_2O_3	4.02	2.70	1.99	
FeO	—	—	—	
MnO	Spur	—	0.24	
MgO	0.41	0.47	0.38	
CaO	0.57	0.39	0.33	
Na_2O	2.94	3.34	4.98	
K_2O	5.82	6.87	4.99	
H_2O	0.61	0.99	1.28	mit 0.91 hygroskopischem Wasser
P_2O_5	—	—	0.06	
Summa	100.01	100.06[1]	100.42	

Nephelingesteine. In dem unwegsamen Waldgebiete am O.-Abhang des Mulatto, nordöstlich vom Val Coccoletti (SO. Runse) existirt ein zusammenhängender Complex von Gesteinen, die Nephelin führen. Die an der südlichen Grenze auftretenden hornfels- und breccienartigen Gesteine, die ich früher (a. a. O. 741/42) beschrieb, stellen sich am N.-Ende im Viezzenathale, südlich des Felsthores ähnlich wieder ein und trennen dies Gebiet von der dortigen Monzonit-Syenitmasse.

Traversirt man vom alten Magnetitbergwerk bei etwa 1570[m] gegen NO., so trifft man in rascher Aufeinanderfolge sowohl rothe verwitterte, als auch graue recht frische Nephelinsyenitporphyre, darunter gleich zuerst bei etwa 1580[m] die von mir (a. a. O. S. 746) beschriebenen mächtigen Vorkommen, von welchen auch die weiteren Gänge nach Structur und Zusammensetzung nur unwesentlich abweichen. Einschlüsse von Porphyrit sind nicht selten. Zwischen 1560

[1] Im Original 99. 96.

und 1545^m und nochmals nördlich davon bei etwa 1530^m erscheinen graugrüne auch rothe Tinguáit-Gänge in Gemeinschaft mit Camptoniten zwischen den Nephelinsyenitporphyren eingeschaltet, so dass für sie die Annahme, sie seien jünger als letztere, und damit auch die schon structurell und mineralogisch begründete Abtrennung von denselben berechtigt ist. Durch mittelkörnige rothe Syenite in gleicher Höhe gelangen wir zum Tovo lungo, dem mächtigen, bei etwa 1375^m ausgehenden Seitenaste des Viezzenathales, der sich bis zum Mulattogipfel erstreckt. In seinem oberen Theile verläuft an der S.-Seite die Grenze zwischen Monzonit und Porphyrit (mit Uralit!); in dem unteren stehen Nephelingesteine an und die ganzen Aufschlüsse dort bis zur Höhe von etwa 1590^m liefern eine wahre Mustersammlung körniger, porphyrischer und aplitischer Gesteine. Auch eigenthümliche gefleckte Syenitvarietäten, durch schlierenartige, grosskörnige rothe Partien, ähnlich den bekannten pegmatitischen Ausscheidungen im Granit von Baveno, treten dort bei etwa 1530^m auf. Von Einzelbeschreibungen muss ich hier absehen, auch vorläufig einen Theil dieser Gesteine zu Augit- oder Hornblende-Syenit stellen, da Nephelin bei dem vielfach nicht genügend frischen Erhaltungszustand bei solchen nicht zweifelsfrei nachgewiesen werden konnte, obschon Producte, wie sie bei seiner Verwitterung entstehen, vorhanden sind. Ähnlich liegen die Verhältnisse bei den Gesteinen am Felsthore selbst an W.- und O.-Seite. Auf eine Verwerfung lässt ein schmaler Kalkstreifen in der Runse nördlich desselben bei etwa 1630^m schliessen, der Syenitaplit von Porphyrit trennt. Eine ganze Serie syenitischer und monzonitischer Gesteine, Camptonite, Tinguáite u. s. w. tritt damit zusammen auf, so dass ohne solche treffliche Schilderung, wie sie z. B. F. von Richthofen[1] in seinem classischen Werke geboten, einzelne Vorkommen nur schwierig zu identificiren sind, indem auch in den gesteinsbildenden Mineralen ein starker Wechsel stattfindet. Einzelne Typen wurden früher (a. a. O. S. 736) beschrieben, als neu greife ich einen schmalen Gang von feinkörnigem rothem Nephelinsyenitaplit heraus, der aus mikro- und kryptoperthitischem Orthoklas, wenig Plagioklas, reichlich Nephelinkörnern und Erz besteht. Diese Ader setzt in einem schwarzgrauen, mittelkörnigen Monzonit am Wege bei etwa 1530^m, ungefähr in der Mitte des Felsthores (oberhalb des zweiten Camptonit-Ganges) auf, der ausser Orthoklas und Plagioklas, lichtgrünen Augit, braungrüne Hornblende, Biotit, Melanit, Titanit, Erz und Apatit führt.

---

[1] F. von Richthofen: Geognostische Beschreibung der Umgegend von Predazzo, Sanct Cassian und der Seisser Alp in Südtirol. Gotha 1860. Auf S. 265/266.

Gleichfalls zu Nephelinsyenitaplit stellt man am besten eine schmale feinkörnige weisse Ader, die das theralithische Gestein (a. a. O. S. 739 bis 742) im Val delle Scandole im unteren Theile des Aufschlusses dort bei etwa 1500^m, ziemlich versteckt, durchsetzt.

Welches Gestein Ippen mit dem (a. a. O. S. 260) analysirten Cancrinitsyenit mit Sodalith, der auch Nephelin und Quarz enthalten soll, gemeint hat, lässt sich aus den sich widersprechenden Angaben nicht feststellen. Nephelin nebst Sodalith werden an der (a. a. O. S. 259) angezogenen Stelle nur von einem der schon lange bekannten Nephelinsyenitporphyr-Gänge aus der SO.-Runse erwähnt, der Cancrinit selbst überhaupt nicht. Nach dem von mir gesammelten Material[1] steht über dem Ostarm dieser Runse ein licht gefärbter Monzonit nahe dem Porphyrit bei etwa 1630^m an, der veränderten Feldspath, farblosen Augit (37°), viel Epidot und Titanit sowie grosse Apatitkrystalle führt. Im Val delle Scandole schlug ich bei etwa 1650^m gleichfalls Monzonit, hier eine feinkörnige, Hypersthen führende Facies. Letzteres Thal könnte in »Verlängerung der Richtung des Val maggiore« 1550—1650^m liegen und die Beschreibung S. 251 sich auf einen der zuerst auch in diesem Thale von mir aufgefundenen (a. a. O. S. 739 und 745) Nephelinsyenitporphyre beziehen sollen. Eine sichere Angabe der Fundstelle für einen bisher unbekannten Gesteinstypus wäre sehr erwünscht.

Tinguáit. Des Vorkommens typischer Tinguáitporphyr-Gänge zwischen den Nephelinsyenitporphyren südlich vom Tovo lungo habe ich vorher gedacht. Die Ausbildungsweise derselben scheint eine recht gleichmässige zu sein, mit Glasgrundmasse, in der hauptsächlich feine grüne Aegirinnädelchen eingebettet sind, grösseren Krystallen von Orthoklas, Nephelin, event. Sodalith, Aegirinaugit, Titanit, Erz. Wo noch ein etwas frischer Erhaltungszustand bemerkbar war, liess sich das gleiche dunkelgrüne Ursprungsgestein feststellen. Ich nenne z. B. den 9 Schritt breiten rothen Gang im gefleckten Quarzporphyr der Travignoloschlucht (Sotto Sass) bei etwa 1160^m neben dem zweiten Brückenpaare, wo dieser frische Tinguáit an der Ostgrenze erkennbar wird. Auch in dem mächtigen Gange bei etwa 1260^m nordwestlich über der Säge südlich vor Forno sind solche Reste erhalten geblieben.

Am besten lässt sich hier ein sonderbar erscheinendes Ganggestein von licht schwefelgelber Farbe anführen, das durch viele sphärolithische Turmalinaggregate schwarz gefleckt ist. Rollstücken desselben im Val delle Scandole, nahe dem theralithischen Gestein. bei etwa 1490^m, folgend, fand ich einen 65^{cm} breiten Gang im gleichen

[1] Ippen's Abhandlung erschien erst im November 1902.

Thale bei etwa 1645^m im Monzonit anstehend. Leider ist das Gestein derart zersetzt, dass es vorläufig nicht sicher bestimmbar ist. Wahrscheinlich liegt ein durch Borfluoreinwirkung stark veränderter Tinguáitporphyr vor, worauf schmale Orthoklas- bez. Kryptoperthitleisten sowie einzelne Pseudomorphosen hindeuten, die in einem etwas frischeren graugrünen dichten Gang, gleichfalls etwas Turmalin führend, bei etwa 1660^m östlich von ersterem, als früherer Nephelin erkennbar werden. Glasbasis und Aegirinnadeln sind nicht vorhanden; die Grundmasse besteht aus einem feinfiedrigen Aggregat, das aus der Zersetzung ersterer entstanden sein dürfte und an die Structur der Bostonitporphyre erinnert.

Granit. Obgleich an jedem Contact von Granit und Porphyrit bei Predazzo ersteres Gestein Apophysen in letzteres entsendet und Stücke desselben umschliesst, hält Ippen (a. a. O. S. 262/263) unter Bezugnahme auf Doelter die Frage über dieses Altersverhältniss für noch strittig. Ich weise deshalb nochmals auf die früheren Angaben (a. a. O. S. 750) und die hier bei Porphyrit erwähnten ausgezeichneten Aufschlüsse an der N.-Seite der Malgola zwischen Runse 4 und 5 der Reyher'schen Karte hin, wo die vom Granit ausgehenden Apophysen mit Einschlüssen des durchbrochenen Porphyrits (ebenso dort im Quarzmonzonit) bei etwa 1080^m oberhalb eines kleinen Schurfs gut zu beobachten sind. Viele solche Apophysen finden sich von etwa 1160^m ab am Contact in der NW.-Runse des Mulatto (nordöstlich der Kirche), wo der Granit südlich von Pinzan bis etwa 1460^m, seine Apophysen in der Runse bis etwa 1550^m emporsteigen, andere im W.-Arm des Val Caligore, z. B. bei etwa 1570^m in Breite von 185^{cm}, oder, in dem östlich davon gelegenen, mehrere Meter breit an den von Reyher (a. a. O. S. 38/39) abgebildeten Contactstellen bei etwa 1580^m, in den metamorphosirten Porphyrit eindringend.

Auf einen makroskopisch etwas breccienartig aussehenden, grauröthlichen ungleichkörnigen Pegmatit-Gang, bei etwa 1780^m im zweiten Arm von Osten her im Val Deserta anstehend, will ich deshalb hinweisen, weil er die Verwerfung dort kennzeichnen dürfte, die mit der Porphyrit-Monzonitgrenze in Zusammenhang steht.

Ganz ähnliche Verhältnisse liegen bei gelblichweissen, auch schwachröthlichen Pegmatit-Gängen vor, mit schwarzen Turmalinsphärolithen bedeckt, die bei etwa 1280—1290^m am steilen Felspfade nach Pinzan wenig unterhalb der Porphyritgrenze auftreten. Eine Verwerfung dürfte hier die Ursache sein, dass ein kleiner Rest der Contactfacies letzteren Gesteins mit ersterem zusammen erscheint.

Camptonit und Monchiquit. Die schon bedeutende Anzahl von Camptonit und Monchiquit-Gängen, die ich (a. a. O. S. 754) erwähnte

und zum Theil beschrieb, wurde noch wesentlich durch andere, versteckt gelegene Vorkommen vermehrt, doch liegen keine neuen, besonders hervorzuhebenden Typen vor. In den weitaus meisten Fällen sind sie nicht mit Tinguáit-Gängen vergesellschaftet; ihr Auftreten dürfte die jüngsten Störungslinien charakterisiren; an wichtigen Verwerfungsstellen häufen sie sich. Während dieselben an der N.-Seite der Malgola und besonders am Mulatto verbreitet sind, sich vereinzelt im Kalk der Viezzena-Kette (bei etwa 2355^m) einstellen, wurden solche an der W.-Seite des Avisio nur in den unteren Gesteinspartien aufgefunden, nicht über etwa 1200^m bisher; in dem Gebiete des Agnello scheinen sie ebenso zu fehlen, wie die Tinguáite.

Über die Erzführung kann ich dem (a. a. O. S. 758) Gesagten hinzufügen, dass ich von dem früher auf Kupferkies abgebauten Gangmittel, welches ich vom Mulatto-Gipfel abwärts durch den W.-Arm des Val Deserta verfolgte, schöne Stufen bei etwa 1825^m auffand, die aus schmalen Gängen von grobkrystallinem Kalk und feinfaserigem Turmalin, je einige Centimeter breit, in zweifacher Wiederholung gebildet sind, also abweichend von der Zusammensetzung am obersten Stollen bei etwa 2000^m (Turmalin, Quarz, Kies).

Ein abschliessendes Urtheil über die Tektonik des Gebietes muss heute noch ausgesetzt werden, weil zur Klarstellung die Bearbeitung der Sedimente nothwendig ist, die zwar von anderer Seite begonnen wurde, aber noch nicht genügend vorgeschritten ist. Die vielfach beobachteten Verwerfungen zwischen den Eruptivgesteinen geben keinen Aufschluss über die Höhe der Verschiebungen; über ihr Alter werden sich positive Angaben nur innerhalb ziemlich weiter Grenzen machen lassen, da nach den bisherigen Untersuchungen sämmtliche Eruptivgesteine jünger als die bekannten Sedimente sind, mit Ausnahme des Quarzporphyrs.

Eine wesentliche Förderung des Zieles ist erreicht durch den Nachweis der gleichmässigen Einschaltung der graugrünen Tuffe mit Kalkbrocken als bestimmter Horizont zwischen Kalk und Melaphyr, durch die Auffindung typischer Melaphyrtuffe, die ebenso wie die geschieferten rothbraunen Tuffe im Zusammenhange zu verfolgen sind, sowie durch neue Fossilfunde.

Die von mir früher (a. a. O. S. 761) aufgestellte Altersfolge ist in vielfacher Weise durch die neuen Untersuchungen bestätigt worden. Im Speciellen konnte sie erweitert werden durch Nachweis des höheren Alters für Monzonit gegen Quarzmonzonit, für Nephelinsyenitporphyr gegen Tinguáit. Beziehungen zwischen den neu beschriebenen Gauteiten und Camptoniten, bez. Tinguáiten haben sich nicht ermitteln lassen, da sie nicht gemeinsam auftreten.

Die zur definitiven Classification erforderlichen chemischen Analysen sollen an möglichst frischem Material, das als typisch ausgewählt wurde, erfolgen, um den erwünschten Einblick in die Zusammensetzung der Magmen und der Spaltungsvorgänge zu ermöglichen. Alles genauere Eingehen auf Detailfragen behalte ich mir für die eigentliche Arbeit, der als Basis das von mir gesammelte und hier befindliche Material zu Grunde liegt, vor.

Ausgegeben am 29. Januar.

1903.
V.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

22. Januar. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Vahlen.

1. Hr. Schmoller sprach über: »Organe für Einigung und Schiedssprüche in Arbeitsstreitigkeiten«.

Er zeigte, dass der Grundsatz des modernen Rechts, der Arbeitsvertrag sei Gegenstand freier individueller Übereinkunft, zwar in den ersten zwei Dritteln des 19. Jahrhunderts zur Beseitigung des älteren Arbeitsrechts naturgemäss aufgestellt, doch in der neueren Zeit nicht ausgereicht habe. Immer dringlicher seien übereinstimmende Verträge in ganzen Industrien geworden und durch Vereinbarung und Schiedsgerichte herbeigeführt worden. Die Untersuchung der Bedingungen, unter welchen das gelingen könne, war der Gegenstand des Vortrages.

2. Hr. von Wilamowitz-Moellendorff legte vor eine Mitteilung von Hrn. Prof. M. Fränkel in Berlin: Beiträge zur griechischen Epigraphik aus Handschriften.

In dem durch die Zuvorkommenheit der Pariser Nationalbibliothek übersandten Codex, der die handschriftlichen Scheden Fourmont's enthält, haben sich mehrere unbekannte Inschriften anderer Provenienz vorgefunden, darunter eine wichtige kyrenäische Urkunde, anscheinend augusteischer Zeit.

Über Organe für Einigung und Schiedssprüche in Arbeitsstreitigkeiten.

Von Gustav Schmoller.

Zu allen Zeiten haben Arbeiter desselben Haushaltes oder Betriebes und ebenso Arbeiter gleicher benachbarter Betriebe gleiche Arbeitsbedingungen gefordert; sie sahen und sprachen sich, sie empfanden ungleiche Behandlung als unbillig, forderten gleichen Lohn, gleiche Arbeitsbedingungen. Sie erreichten dies auch, theilweise durch Besprechungen und Verhandlungen, theilweise durch Zunft- und städtische Statute, durch Bauer- und Gesindeordnungen, hausindustrielle Reglements. Wo im Mittelalter oder zur Zeit des aufgeklärten Despotismus Streit über solche auf ganze Gruppen von Leuten gleichmässig sich erstreckende Vertragsbedingungen entstand, galt es als selbstverständlich, dass der Stadtrath, die Polizei, die Regierungsorgane vermittelten oder gar durch Machtsprüche, die sich beide Theile gefallen liessen, eine neue Ordnung nach Lage der Dinge und nach Billigkeit, der Zeit- und Rechtsauffassung entsprechend schufen. Machtsprüche gegen den Willen der Betheiligten durchzusetzen, war freilich selbst der Allmacht Friedrich Wilhelm's I. immer schwer, wenn es sich um grosse Zahlen handelte. Kammerdirector Hille schrieb nach Berlin, es sei doch gar nicht möglich, Hunderte von Tuchmachergesellen einzusperren.

Die neuere Gesetzgebung hatte den Grundsatz proclamirt: »Der Arbeitsvertrag ist Gegenstand freier Übereinkunft«. Und wenn dann auch langsam und schüchtern das Privatrecht, das Gewerbe- und Bergrecht, die Arbeiterschutzgesetze sowie mancherlei Verordnungen und Statute gewisse beschränkte Theile des Arbeitsvertrages der freien Vereinbarung entzogen, wenn die Ordnungen der Arbeit in Staats- und grossen Privatbetrieben mehr und mehr an Detail aller Art anwuchsen, theilweise neben dem facultativen Inhalt über mehrere Punkte dispositive Bestimmungen haben mussten — mit all' dem waren die wichtigsten Theile des Arbeitsvertrages, Lohnhöhe, Zeitdauer der täglichen Arbeit und Ähnliches nicht geordnet.

Je grösser in neuerer Zeit die Betriebe wurden, je complicirter sich die Löhnungsarten ausbildeten, je mehr die Arbeiter gleichen Berufes sich unter einander verständigen konnten und verständigten, je selbstbewusster der Arbeiterstand wurde, je mehr das Coalitionsrecht demselben die Möglichkeit bot, über die Arbeitsbedingungen mitzureden, desto schwieriger wurden die ganzen Beziehungen zwischen den Arbeitern und den Unternehmern. Die Verweisung auf die freie Vereinbarung beider Theile, so nothwendig sie zunächst gewesen war, um ein veraltetes Arbeitsrecht abzustreifen, genügte von Jahr zu Jahr weniger. Man musste endlich einsehen, dass die optimistische Hoffnung, es müsse aus Angebot und Nachfrage von selbst immer wieder unter dem Drucke der Concurrenz ein geordnetes Arbeitsverhältniss sich herstellen, falsch war. Sie wurde um so falscher, je stärker der egoistische Erwerbstrieb auf beiden Seiten sich entwickelte. Immer grössere Reibung, heftigere Streitigkeiten, bedenklichere Rechtsunsicherheiten traten ein; sowohl in Bezug auf die bestehenden Verträge als in Bezug auf die Herbeiführung neuer Verträge mussten neue Organe der Schlichtung, der Vermittelung, der Versöhnung geschaffen werden.

Es handelte sich um die zwei grossen Aufgaben, neue moderne Gewerbegerichte und geeignete Einigungskammern und Schiedsbehörden in's Leben zu rufen. Man musste einmal Specialgerichte für die wachsenden Streitigkeiten über die bestehenden Arbeitsverträge organisiren, welche diese billig und rasch erledigten. Die gewöhnlichen Gerichte arbeiten fast in allen Ländern so theuer und so langsam, dass eine Verweisung auf sie der Rechtsverweigerung für die Arbeiter gleichkam und so deren Missstimmung und Hass in gefährlicher Weise steigerte. Und man musste weiter für die allgemeinen Streitigkeiten zwischen Arbeitgebern und Arbeitern über künftige Verträge, über die stete Anpassung derselben an die Technik, die Marktlage, an die wachsenden humanitären und Lohnforderungen typische Verhandlungsformen, Vermittler, Instanzen schaffen, welche die Einigungen erleichterten, unter Umständen Schiedssprüche abgaben.

Das erstere geschah in Frankreich durch die schon von NAPOLEON I. geschaffenen Conseils de prud'hommes mit localer Competenz, die in verschiedenen Ländern, z. B. Belgien, in der Rheinprovinz, nachgeahmt wurden, in Grossbritannien durch gewillkürte kleine Schiedsgerichte für bestimmte Industrien, welche gemeinsam von den Verbänden der Arbeitgeber und Arbeiter geschaffen wurden, aus den zwei Secretären derselben oder wenigen gewählten Vertretern bestehen (joint committee); sie haben auch in anderen Ländern Nachahmung gefunden. In Deutschland hat man lange die Gemeindeorgane mit der Ent-

scheidung solcher Streitigkeiten betraut, von 1873—1900 dann aber an der Schaffung localer Gewerbegerichte gearbeitet, die seit dem Gesetz vom 29. Juli 1890 (verbessert 30. Juni 1900) in grösserer Zahl thätig, mit Arbeitern und Arbeitgebern, unter einem Beamten als Vorsitzenden, besetzt, sehr günstig gewirkt haben, 1896 z. B. 67556 Streitfälle zu erledigen hatten. In Belgien kamen vor 30 Conseils de prud'hommes 1898 7872 Streitfälle.

Viel schwieriger ist die andere Aufgabe: wenn ein Streit zum Ausstand geführt hat, wenn die Arbeitsbedingungen für grosse Betriebe und ganze Gewerbe einheitlich und neu zu ordnen sind, wenn dabei verschiedene Grundauffassungen über das Arbeitsverhältniss, über die Arbeitszeit, über die Berechtigung von Lohnforderungen, über die Lohnsysteme sich gegenüberstehen, wenn aus der Erbitterung, dem Hasse, dem erregten Gefühl, dem Kitzel der Machtprobe heraus, für Hunderte und Tausende eine Neuordnung und Einigung gelingen soll, welche allen Unternehmern und allen Arbeitern genehm sein, ihre individuelle Billigung finden muss: dann ist ein unsäglich schwieriges Problem aufgestellt, an dessen Lösung nun seit einem Menschenalter gearbeitet wird.

Es könnte scheinen, alle Schwierigkeiten wären behoben, wenn man sofort staatliche Schiedsgerichte schüfe, welche die Betheiligten hören und dann zwingende Entscheidungen gäben. Das setzte aber bei unvermittelter Einführung, bei mangelnder Organisation beider Theile voraus, dass man von Seiten des Staates unsere grossen Unternehmungen zu gewissen Geschäften und Preisen, zu einer gewissen Höhe der Production zwingen, dass man alle Löhne durch die staatliche Gewalt bestimmen könnte, dass man ein Mittel hätte, für Wochen und Monate Tausende von Personen zur Annahme und Befolgung von solchen Schiedsgerichtssprüchen zu bringen. Kurz, dieser Ausweg setzte die weisesten, allwissendsten Schiedsgerichtshöfe voraus, welche zugleich besser als die genialsten Bankdirectoren und Cartelleiter die ganze Volks- und Weltwirthschaft überblicken und deshalb fähig wären, sie zu leiten. Der Weg ist also nicht ohne weiteres oder nur bescheiden an einzelnen Punkten nach längerer Vorbereitung gangbar.

Man muss zunächst daran festhalten, dass es nach unserem Recht und unserer wirthschaftlichen Verfassung, nach Sitte und Überzeugungen der Betheiligten sich um freie Entschliessungen der einzelnen Arbeitgeber und -nehmer handelt, dass also zunächst nur freie Vereinbarungen zwischen beiden Gruppen uns helfen können und zwar solche, zu welchen wenigstens bestimmte und zwar die einflussreicheren Theile beider Seiten zugestimmt haben; ist das erreicht, so werden

die Widerstrebenden über kurz oder lang zur Theilnahme psychisch und factisch gezwungen. Der langsame und schwierige Weg hierzu ist der, die Betheiligten zunächst für freiwillige Einigungskammern und Schiedsgerichte zu gewinnen, also solche entweder durch die Betheiligten selbst oder durch Staatsanordnung mit dem Auftrage schaffen zu lassen, so dass sie den Betheiligten zur Verfügung stehen.

In einem wie im andern Fall wird es sich um Organe handeln, welche paritätisch aus gewählten oder ernannten Vertretern der Arbeiter und der Unternehmer zusammengesetzt sind, welche unter einem gewählten oder ernannten unparteiischen Vorsitzenden ihres Amtes walten. Unter Einigungskammern (Board of conciliation) versteht man die Organe, welche nur eine freiwillige Einigung beider Theile bezwecken, unter Schiedsgerichten (Board of arbitration) solche, welche im Falle der nicht gelingenden Einigung einen Schiedsspruch über die streitigen Fragen fällen; er wird durchgeführt, wenn die Parteien sich vorher vertragsmässig geeinigt, sich ihm zu unterwerfen; ist das nicht der Fall, so wird er etwa veröffentlicht, um so durch den Druck der öffentlichen Meinung auf die Parteien zu wirken. In England hatten Mundella und Kettle von 1865 an solche Boards für einzelne Gewerbe geschaffen; Gesetze von 1867 und 1872 sollten die Bewegung befördern. In den grossen Stapelindustrien, des Eisens, der Kohle, der Baumwolle, gelang auch die freie, dauernde Bildung von Schiedsgerichten, wobei häufig hochgestellte, nicht dem Gewerbe angehörende Persönlichkeiten Schiedssprüche fällten, die nun von den beiden organisirten Parteien anerkannt und durchgeführt wurden. In allen anderen Ländern zur Nachahmung empfohlen, gelangen sie doch bis jetzt nirgends in gleichem Umfang. Und in England selbst schwand unter dem Eindruck der erneuerten stärkeren socialen Kämpfe von 1889—1900 der Glaube an sie etwas, ohne dass freilich ihre Bildung und ihre Wirksamkeit aufhörte.

In den anderen Ländern mit erheblichen Arbeitskämpfen suchte man noch mehr durch Gesetze nachzuhelfen. In den Vereinigten Staaten haben bis 1901 24 zu diesem Hülfsmittel gegriffen, bis auf Massachusetts und New-York fast ohne jeden Erfolg. In Frankreich hat das Gesetz vom 27. December 1892 die Friedensrichter ermächtigt, in Arbeitsstreitigkeiten auf Anrufen facultativ zu vermitteln. Der Erfolg ist auch hier kein sehr grosser. In Deutschland hat das Gesetz vom 29. Juli 1890 dem Gewerbegericht eine ähnliche freiwillige Vermittelung über künftige Verträge übertragen. In wenigen grossen Städten, wo der Gewerberichter eine hochstehende und besonders befähigte Persönlichkeit war, ist ein Erfolg nicht zu leugnen; im übrigen ist er nicht sehr gross. Bei diesen geringen Resultaten ent-

stand immer wieder der Ruf nach obligatorischen Schiedsgerichten mit staatlicher Zwangsvollstreckung.

Wir haben schon ausgeführt, welche Schwierigkeiten der plötzlichen und verfrühten Einrichtung dieser Institution entgegenstehen. Immer sind sie nicht unüberwindbar. Man wird in der Zukunft mehr und mehr zu obligatorischen Schiedsgerichten kommen, und sie werden mit der Zeit die Arbeitseinstellungen und Aussperrungen aus der Welt schaffen. Dann wird das prophetische Wort von Rodbertus wahr geworden sein, dass ein künftiges gesittetes Zeitalter die Zulassung solcher Kämpfe wie heute, die beliebige Aussetzung der socialen Functionen für die Gesammtheit, nicht mehr begreifen werde. Aber bis dahin ist es noch lange. Und weder die Aufhebung der Coalitionsfreiheit, noch die Octroyierung von Schiedssprüchen an Widerstrebende ist der Weg in das gelobte Land des socialen Friedens. Erst müssen langsam die Bedingungen für die Möglichkeit freiwilliger Einigung und Unterwerfung unter Schiedssprüche geschaffen werden: dann erst können staatliche Schiedsorgane ihre Sprüche nach und nach zwangsmässig durchführen. Betrachten wir diese Bedingungen etwas näher.

1. Müssen die Vereine beider Theile sich dauernd mit guter Verfassung ausbilden, wo möglich zu nationalen Berufsvereinen auswachsen; es müssen die Arbeitgeber die Verbände der Arbeiter anerkennen, ihre Vorstände als zur Verhandlung legitimirt betrachten, sonst hört der Streit über das Wahlrecht der Nichtunionisten, die Schwierigkeit, legitime Vertreter zu erhalten, die beide Parteigruppen beherrschen, nicht auf. So lange nicht beide Parteien organisirt sind, anerkannte Vertretungen haben, welche fähig sind, die Einigungen und Schiedssprüche ihrerseits mit aller Kraft durchzuführen, schwebt alle Vermittelung in der Luft. Wo man jede Entscheidung ad hoc einberufenen, zufälligen, von Stimmung und Leidenschaft bewegten grossen Versammlungen vorlegen muss, da baut man stets auf Sand. Zu einer beiderseitigen, genügenden Organisation und gegenseitiger Anerkennung ist man in England nach und nach in der Hauptsache durch die Kämpfe gelangt; ähnlich neuestens auch in den Vereinigten Staaten, wo endlich 1900 der epochemachende Fortschritt gelang, die grossen Unternehmerverbände des Maschinenbaues, der Zeitungsgewerbe und des Bergbaues zur Anerkennung der Arbeiterverbände und zu gemeinsamen Schiedsgerichten zu bringen. Man kann Derartiges auch durch Gesetz begünstigen, wie in Neuseeland, wo das Gesetz vom 31. August 1894 nur den staatlich registrirten Gewerkvereinen den Zugang zu den staatlich angeordneten Districtseinigungskammern und dem Centralschiedsgerichtshof öffnet, dafür aber auch die Unternehmer zwingt, mit ihnen

vor den genannten Organen zu verhandeln. Die ganze gegenwärtige und künftige Gesetzgebung über die beiderseitigen Verbände, über ihre rechtlichen Normativbedingungen, über ihre eventuelle Haftung für Bruch collectiver Verträge, wie sie z. B. Brentano vorgeschlagen, hat natürlich grossen Einfluss auf diese erste Vorbedingung des Gelingens der Verhandlungen.

2. Hat man legitimirte, ihre Auftraggeber beherrschende kleine Vertretungen beider Parteien, so ist stets das Wichtigste, nicht dass ein Schiedsspruch, und sei es der weiseste, ihnen octroyirt wird, sondern dass die Parteien sich verständigen. Dazu gehört, dass man sich gegenseitig mit Ruhe und in parlamentarischer Form anhört, und dass die Thatsachen des Streites und die gesammten wirthschaftlichen Voraussetzungen der Einigung ganz klar gestellt werden. Solange Hass und Bitterkeit vorwaltet, solange die Unternehmer glauben, sich etwas durch die Verhandlung zu vergeben, ist daher ein angesehener, unparteiischer Vorsitzender meist nothwendig: je grösser der Streit ist, eine um so höher stehende, um so klügere, juristisch und geschäftlich virtuose Persönlichkeit mit liebenswürdigen Formen ist erwünscht. Nicht, dass er dem Gewerbe angehöre, ist das erste Erforderniss, jeder begabte Vorsitzende arbeitet sich rasch in die Thatsachen ein, sondern dass er eine überragende Verstandesschärfe mit der Gabe der Überredung besitze, dass er findig sei im Aufsuchen des Einigenden, im Wegräumen des Trennenden, in der Betonung des Gerechten und des wirthschaftlich Möglichen. Wo man durch Schiedsgerichtsgesetze eingreift, ist ihre Hauptaufgabe 1. den rechten Mann hierfür zu designiren, 2. die Geschäftsformen zu fixiren, durch die er am besten eine Einigung zu Stande bringen kann. Das deutsche Gesetz von 1890 hat für die grossen Städte und mässige Streitigkeiten im Gewerberichter und in seinen Beisitzern die passenden Persönlichkeiten für Einigung und Schiedssprüche gefunden; für ganz grosse Streitigkeiten, wie der Hamburger Hafenstreik, reichen sie nicht aus; da müsste das Reichsamt des Innern Minister, Handelskammerpräsidenten, grosse Parteiführer zur Vermittelung ernennen können. Der englische Conciliation Act von 1896 hat in freier Weise dem Handelsamte die Möglichkeit gegeben, Arbeitsstreitigkeiten zu untersuchen und für ihre Lösung Einigungs- und Schiedskammern nebst den richtigen Leitern derselben zu bilden. Mit gutem Erfolg.

Die übliche Scheidung des Verfahrens, wie sie in der englischen Praxis sich ausbildete und in den meisten Gesetzen vorgesehen ist, in ein Einigungs- und in ein Schiedsverfahren, wobei der Schiedsspruch nur gefällt wird, wenn die Einigung misslingt, liegt in der Natur der Sache. Aber die Trennung ist mehr formeller als mate-

rieller Art: denn auch der Schiedsspruch behält dauernde Kraft und Wirksamkeit nur, wenn er auf einer mittleren Linie sich bewegt, der sich die Parteien sehr weit genähert hatten, den sie aber freiwillig zu ergreifen doch noch nicht im Stande waren. In den englischen Industrien, wo das Verfahren schon eine Vergangenheit besitzt, die Parteien dazu erzogen sind, da glaubt man neuerdings Schiedssprüche und Schiedsrichter ganz entbehren zu können. Die Parole lautet: kein arbitration mehr, sondern negotiation and conciliation.

Meist ist das Einigungsverfahren einem mehr localen oder Bezirksorgane, das Schiedsgerichtsverfahren einem nationalen oder Centralorgane anvertraut; und zwar gilt dies von manchen frei gewillkürten, wie von vielen staatlich eingesetzten Organen. Zu den ersteren zählen die Einrichtungen mehrerer grösserer englischen und americanischen Industrien, die des deutschen Buchdrucks u. s. w. Die erwähnten Abmachungen der nordamericanischen Maschinenindustrie vom 17. März und 16. November 1900, wobei 3 Milliarden Dollars Capital und 100000 Arbeiter pactirten, sieht erst locale, dann nationale Entscheidungen vor. In australischen Gesetzen sind Districtshöfe für die Einigung, ein Centralhof für das Schiedsverfahren eingeführt. Der Plan des englischen Handelsministers Ritschie vom Februar 1899, der am Widerspruch des parlamentarischen Unternehmerausschusses zunächst scheiterte, aber von der Iron Trade Association gebilligt wurde, sieht ebenfalls einen Centralschiedsgerichtshof für alle Gewerbe vor. Überall ist das Motiv dasselbe: für solche centrale Instanzen sind als Vorsitzende und Beisitzer die ersten Persönlichkeiten des Landes zu gewinnen, wie in den Vereinigten Staaten jetzt eben Präsident Roosevelt selbst eingriff. Die localen Leidenschaften, die Erinnerung an die Kämpfe müssen in dem Schiedsspruch und seiner Vorbereitung gar keine Rolle spielen.

3. Die Grundsätze für Einigung und Schiedsspruch müssen stets gewonnen werden aus der zuverlässigen Prüfung der wirthschaftlichen Thatsachen, des Angebots und der Nachfrage, der Stärke und der Mittel der Organisationen, der augenblicklichen Lage und Concurrenzfähigkeit des Gewerbes, der Möglichkeit des Ersatzes der Arbeiter u. s. w. Die Friedensstiftung ist stets um so leichter, je mehr sich Angebot und Nachfrage die Wage halten, je gleicher die beiderseitige Macht ist. Weichen sie von einander ab, aber nicht allzu stark, so ist immer noch die Einigung möglich, solange ein Nachgeben von der einen oder anderen Seite erzielt wird. Wo die Unternehmer ein Monopol oder von auswärtiger Concurrenz wenig zu fürchten haben, ist die Einigung deswegen leichter, weil sie Concessionen an die Arbeiter ohne Schwierigkeit auf die Preise schlagen können. Ist das nicht der Fall, wie in den Stapelindustrien des Weltmarktes, so müssen die Arbeiter

lernen, dass sie während der Baisseconjunctur nachgeben, Opfer bringen müssen. Die Erhaltung der Concurrenzfähigkeit, der technische und Betriebsfortschritt der Industrie muss auch für sie das oberste Gebot werden. Ist durch grosse Marktveränderungen die Macht zeitweise für die Arbeitgeber, zeitweise für die Arbeiter über alle gewöhnlichen Verhältnisse gesteigert, so wird leicht die Einigung misslingen: die auf ihr augenblickliches Übergewicht Pochenden fordern zu viel. Die erziehende Macht der Verhandlungen wird aber auch hier nach und nach mässigend wirken.

Wo man um Zahlen streitet, um blosse Erhöhung und Erniedrigung des Lohns und der Arbeitszeit, ist zuletzt die Einigung für vernünftige Menschen nie so schwierig, als wenn man um Einrichtungen und Principien kämpft. Das erstere ist z. B. auch der Fall in Bezug auf den Aus- und Einfahrtdienst im Bergwerk, auf die erlaubte Lehrlingszahl; das letztere, wenn man um Tag- oder Stücklohn, um Gruppenaccord, um die ganzen Gründe für die Lohnbestimmung streitet. Mit Recht weisen die Webbs nach, dass alle Schiedsgerichtsentscheidungen in England da leicht waren und sich leicht Anerkennung verschafften, wo Unternehmer und Arbeiter zu demselben Princip sich bekannten, z. B. zu dem, die Löhne sollten nach den Verkaufspreisen der Kohle, des Eisens u. s. w. schwanken, dass sie aber schwierig wurden, sobald entgegenstehende Principien (z. B. ob Lohn nach den Verkaufspreisen oder Forderung auskömmlicher Löhne zum Leben) einander gegenüber standen. Alle diese Fragen münden zuletzt in die Gerechtigkeitsgefühle und -vorstellungen, welche die Menschen stets mit besonderer Kraft erfassen. Diese und die ganzen sittlichen Ideale, welche bei allen Einigungs- und Schiedsverfahren den Hintergrund bilden, müssen in jedem Gewerbe, in jedem Lande sich zuletzt zu einer gewissen Einheit in dem Kreise der Betheiligten durchringen; dann ist die Einigung wieder möglich, dann werden die entsprechenden Schiedssprüche wieder ohne Schwierigkeit ertragen.

Der schärfste Gegensatz zeigt sich meist heute noch, wenn die Arbeitervertreter im Interesse der Lohnhöhe oder der sonstigen Arbeitsbedingungen verlangen, über die Grösse der Production und die Productionsmethoden mitzureden. Das verletzt die Mehrzahl der Unternehmer und ihre Anwälte heute meist noch so, dass damit jede Verständigung aufhört, und auch warme Arbeiteranwälte in England bezeichnen diese Punkte als ein Noli me tangere. Dennoch liegt Derartiges in der Zeit der Cartelle zu nahe. Warum soll nicht in der niedergehenden Conjunctur das Geschäft statt durch starke Lohnherabsetzung durch planmässige Productionseinschränkung vor zu grossen Verlusten geschützt werden? Einer der grössten Grubenbesitzer, Sir

George Elliot, schlug Derartiges für die englische Kohlenindustrie bei der niedergehenden Conjunctur 1893 bis 1896 vor. Und neuestens sind in einer Reihe kleinerer Industrien in England durch Mr. E. J. Smith sogenannte Allianzen gegründet worden, d. h. Unternehmercartelle, welche mit den Gewerkvereinen ihrer Arbeiter vertragsmässig verbündet sind, zugleich mit den Preisen die Löhne hochzuhalten. Der Plan ging von den Unternehmern aus, welche die Entstehung der Gewerkvereine theilweise erst veranlassten, um damit ihr Cartell zu stärken. Die Unternehmer versprechen, nur Mitglieder des mit ihrem Cartell verbündeten Gewerkvereins zu beschäftigen; die Arbeiter, nur bei Geschäften zu arbeiten, die zum Cartell gehören: so soll die Erhaltung gerechter und berechtigter Verkaufspreise und eines gewissen Minimalgewinnes und daneben die Regelung der Löhne nach den Verkaufspreisen mit Prämien über die bisherigen Löhne erzielt werden. Jede künftige Preiserhöhung der Waaren muss von den Arbeitern genehmigt werden; sie werden nur dafür sein, wenn dadurch der Consum und damit die Beschäftigungsgelegenheit nicht eingeschränkt wird. Keine der gebildeten zahlreichen Allianzen hat sich bisher wieder aufgelöst. Liefmann sagt mit Recht, hier sei nicht durch ein Einigungsamt ein bewaffneter Friede, sondern eine dauernde Interessengemeinschaft hergestellt. Die Entwickelung ist nur möglich mit gelernten Arbeitern, mit Unternehmern von grosser socialer Einsicht, in Gebieten, wo Cartelle ohne die Hülfe der Arbeiter sich schwer halten. Auch auf dem Continent fehlt es nicht an ähnlichen Ansätzen: der ostschweizerische Centralverband der Stickerei-Industrie, einige rheinische Kleineisen-Industrieverbände, auch in gewissem Sinne die Tarifgemeinschaft der deutschen Buchdrucker erstreben oder erstrebten Ähnliches. Das Wichtigste wäre, wenn durch solche Bildungen zugleich die Einwirkung starker Conjuncturschwankung auf Preise, Löhne, Geschäftsgründung ermässigt werden könnte. Liefmann hofft, der Staat selbst könnte bei gesetzlicher Regelung des Cartellwesens auf derartige Bildungen hinwirken; es müsste dann bei den Berathungen über Productionskosten, Preis und Lohn ein Staatscommissar ausschlaggebend mitwirken.

4. Ist Derartiges noch in weiter Ferne, so wird doch durch freiwillig zu Stande gekommene Einigungen und Schiedssprüche, wie sie überall jetzt zunehmen, eines erreicht: Ruhe und Friede auf eine gewisse Zeit. Keine collective Abmachung über die Arbeitsbedingungen kann für immer gelten, aber jede wird auf eine bestimmte Zeit, auf 3, 6, 12 Monate sich erstrecken oder mit gewissen längeren Kündigungsfristen geschlossen werden können. Eine periodische Revision durch dieselben Organe, welche das erste Mal Friede gestiftet, bahnt sich so meist von selbst an. In dem tief einschneidenden Genfer Gesetz von

1900 über Arbeitscollectivverträge ist vorgesehen, dass sie höchstens 5 Jahre gelten, aber jederzeit auf Verlangen der Mehrheit kündbar sind. In Neuseeland gelten Collectivarbeitsverträge, die beim obersten Gericht eingetragen sind, höchstens 3 Jahre. Auch die Minimallohnregulirungen in der australischen Colonie Victoria werden von den Lohnämtern der einzelnen Industrien auf bestimmte Zeit, höchstens auf 5 Jahre, verfügt. Das Gesetz von Massachusetts bestimmt, dass die Parteien, die einen Schiedsspruch gefordert, ihn mindestens 6 Monate gelten lassen müssen, ihn dann 60 Tage vor Schluss seiner Gültigkeit kündigen können. Das wichtige americanische Bundesgesetz über Eisenbahnstreitigkeiten, die mehrere Staaten betreffen, vom 1. Juni 1898 verfügt, dass das von beiden Seiten angerufene Schiedsgericht Urtheile auf ein Jahr erlasse; die einzelnen Betheiligten müssen 3 Monate nach dem Spruch mindestens in Dienst bleiben, 30 Tage vorher kündigen, wenn sie den Dienst verlassen wollen. Der Friedensschluss im Berliner Baugewerbe (Juni 1899) sieht alljährliche Neuregelung im Herbst vor. Es darf keine Bausperre verfügt werden, ehe die Einigungscommission des Gewerbes und als Appellinstanz das Gewerbegericht als Einigungsamt gesprochen. Wo solche Vereinbarungen gelingen, suchen sie stets für die Folgezeit die Betheiligten durch Vertrag zu verpflichten, jedenfalls erst nach Anrufung und Thätigkeit der Einigungs- und Schiedsbehörden einen Arbeitsausstand oder eine Aussperrung eintreten zu lassen. Wo man so weit ist, wird der grösste Theil des Streikes verschwinden. Es wird durch solche zeitliche Bindung ein zeitweiser, bedingter vertragsmässiger Verzicht auf die Arbeitseinstellung oder Aussperrung herbeigeführt und damit der Weg zu obligatorischen Schiedssprüchen gebahnt.

5. Gelungen ist, wie schon erwähnt, die Einführung von solchen in Neuseeland durch das Gesetz von 1894, das durch eine Reihe weiterer Acte fortgebildet wurde; in anderen australischen Staaten hatte man 1890—1900 mit gesetzlichen Versuchen ebenfalls vollständig Fiasco gemacht: die Unternehmer setzten auch in Neuseeland dem Gesetz grossen Widerstand entgegen, sind aber jetzt ganz bekehrt. Neusüdwales und Westaustralien haben 1900 und 1901 das neuseeländische Gesetz ziemlich wörtlich nachgeahmt. Dasselbe ordnet Folgendes an.

Jeder Gewerkverein von 7 Mitgliedern, jeder Verein von Arbeitgebern und jeder einzelne Unternehmer kann jede Arbeitsstreitigkeit vor das Districtseinigungsamt seines Districts bringen. Dieses Amt besteht aus gewählten Vertretern der Unternehmer und Arbeiter; kommt keine Wahl zu Stande, so ernennt die Regierung. Sobald der Streit vor dem Amt schwebt, wird jeder Ausstand und jede Aussperrung bei 50 £ verboten. Das Amt erzwingt das Erscheinen der anderen Partei, untersucht genau, macht einen Vergleichsvorschlag für bestimmte Zeit.

Wird er angenommen, so ist er bis zu einem neuen Abkommen oder neuen Urtheil gerichtlich erzwingbar. Wird er abgelehnt, so formulirt das Amt seine Meinung über das wünschenswerthe Abkommen, und die Sache kann dann an den Centralschiedsgerichtshof gebracht werden, der aus einem Richter des Höchstgerichts und je einem gewählten, bez. ernannten Unternehmer und Arbeiter besteht. Dieser Hof entscheidet nach Billigkeit und bestem Gewissen, kann aber auch die Entscheidung verweigern. Hat er entschieden, so wird seine Entscheidung denen des Höchstgerichts einverleibt, was auch für jeden frei zu Stande gekommenen Tarif oder collectiven Arbeitsvertrag möglich ist. Die Folge ist erzwingbare Kraft auf die Dauer des Abkommens, bez. bis zu einem neuen Abkommen oder Schiedsspruch.

Die Unternehmer, die zuerst dem Gesetz trotzig und hinderlich gegenüberstanden, wurden nach wenigen Jahren ganz für dasselbe gewonnen, weil sie fanden, dass die Lohnunterbietungen und die schädlichen Arbeitsstreitigkeiten aufhörten, im Übrigen dem Betriebsleiter freie Hand, ausser in Bezug auf den Minimallohn, die Maximalarbeitszeit u. s. w. bleibe. Ende 1901 hatten sich alle wichtigen Gewerbe — ausser der Landwirthschaft — dem Gesetze unterstellt. Streiks kamen 1894 bis 1902 nur noch in den wenigen Gewerben vor, in denen keine Gewerkvereine bestanden, bez. deren Vereine und Unternehmer die Ämter nicht anriefen.

Nehmen wir hinzu, dass in der australischen Colonie Victoria die amtlichen Minimallohnregulirungen, die 1896 nur für 6 Hausindustrien eingeführt wurden, durch eine Novelle von 1900 auf zahlreiche grosse Industrien ausgedehnt wurden, dass hier für jedes Gewerbe ein paritätisches Lohnamt die Minimallöhne und die Arbeitsbedingungen so fixirt, dass sie von Amts wegen erzwungen werden, so wird die Möglichkeit, in weitgehendster Weise die kriegerischen Arbeitskämpfe autoritativ aus der Welt zu schaffen, nicht mehr zu leugnen sein.

Freilich sagt der Verfasser des neuseeländischen Gesetzes von 1894 Mr. Reeves: Zum Gelingen gehörte die Gunst des Volkes, ein unübertrefflicher Vorsitzender des Centralschiedsgerichts und das Glück eines freundlich gesinnten Parlamentes: einem unwilligen Volke lasse sich Derartiges nicht aufdrängen. Wohl aber kann man im alten Europa Folgendes thun.

1. Kann man die bestehende Gesetzgebung über Einigungsämter und Schiedsgerichte ausbauen in dem Sinne, dass auch für die grossen Streitigkeiten passende Oberhöfe entstehen, und dass auf das Anrufen einer legitimirten Seite auch die andere erscheinen muss. Die deutsche Gewerbegerichtsnovelle und die in Frankreich beabsichtigte Reform zielt dahin.

2. Könnte man sich entschliessen, für die wichtigsten Gewerbe, von deren ruhigem, unausgesetztem Gange die ganze Volkswirthschaft abhängt (Kohlenbau, Verkehrsgewerbe, vielleicht auch Gas- und Wasserwerke) sofort eine solche Vereinsbildung beider Theile, erst durch vorbereitende Verhandlung der Regierung mit den Betreffenden, dann aber durch ein bindendes Gesetz zu schaffen, so dass vollständig legitimirte Ausschüsse und Vertreter vorhanden sind. Jede Arbeitseinstellung oder Aussperrung ohne Zustimmung der Vertretung wäre unter Strafe zu stellen. Jede Arbeitsstreitigkeit müsste von jedem der beiden Theile an die hierfür zu bildenden localen und centralen Einigungs- und Schiedsbehörden gebracht werden können; die Entscheidung des centralen Schiedsgerichts müsste für 3, 6, 12 Monate, je nach Lage des Marktes, gefällt werden und fortlaufen, wenn nicht 4 Wochen vor Terminablauf gekündigt wäre. Solange der Schiedsspruch gilt, dürfte keine Unterbrechung der Arbeit stattfinden. Das amerikanische Bundesgesetz vom 1. Juni 1898 bewegt sich auf dieser Linie. Der Vorschlag geht nur in dem Punkte der staatlichen Schaffung legitimirter Vertreter über die jetzt in einer Reihe australischer Staaten gültigen Gesetze hinaus. Im Übrigen wäre natürlich eine Gesetzgebung, welche die freie Gewerkvereinsbildung für alle übrigen Gewerbe fördert, die Voraussetzung, um sich einem dauernden Friedenszustand zu nähern.

Beiträge zur griechischen Epigraphik aus Handschriften.

Von Prof. Dr. Max Fränkel
in Berlin.

(Vorgelegt von Hrn. von Wilamowitz-Moellendorff.)

In dem Codex der Pariser Nationalbibliothek *Supplément Grec* n. 855 sind zum allergrössten Theil Scheden von der Hand Michel Fourmont's vereinigt, doch ist eine Anzahl von Inschriftencopien anderer ungenannter Urheber angefügt. Darunter befindet sich, wie sein einmal vorkommender Name beweist, Pouqueville, auf dessen Beschäftigung mit Fourmont's Papieren ich im Rheinischen Museum 56, 238 aufmerksam gemacht hatte: die Sprache mancher Beischriften zeigt einen englischen Autor an. Für Böckh's Corpus sind Fourmont's Scheden bekanntlich von Immanuel Bekker copirt worden; mir hat das Entgegenkommen Henri Omont's, des ausgezeichneten Vorstehers der Pariser Handschriftenschätze, ermöglicht, den erwähnten Codex und den gleichfalls Fourmont'schen n. 571 *B* in Berlin zu benutzen; n. 855 habe ich grösstentheils neu abgeschrieben. Die Resultate werden der Verwerthung im Corpus Inscriptionum Peloponnesi vorbehalten; zweckmässig aber ist es, die allgemeine Mittheilung vorauszusenden, dass sich sehr viele vermeintliche Fehler des gern geschmähten Fourmont als Fehler Bekker's herausgestellt haben, indem er theils, wie bei der riesigen und ermüdenden Arbeit fast nothwendig ist, beim Abschreiben geirrt hat, theils aber unter den oft mehrfachen von derselben Inschrift vorhandenen Copien Fourmont's nicht die ursprünglichste ausgewählt, sondern eine abgeleitete wiedergegeben hat. Die Abschriften Fourmont's sind zum grossen Theil technisch viel vollkommener, als der Druck im Corpus ahnen lässt, indem die häufig offenbar gewahrte Stellung der Buchstaben zum Rande und zu einander nicht hinreichend genau wiedergegeben ist, und Punkte, die am Anfang und Ende der Zeilen Defecte anzeigen, in willkürlicher Anzahl gesetzt sind; auch hat

Fourmont die Formen der Buchstaben weit mehr differenzirt und seine näheren Ortsbestimmungen, die recht wichtig sein können, sind nicht selten unterdrückt worden. Was von den im Codex 855 enthaltenen Inschriften, soviel ich sehen kann, unbekannt und der mir von der Akademie gestellten Aufgabe fremd ist und was von Lesungen bekannter nicht peloponnesischer Inschriften einige Bedeutung hat, soll, soweit ich nicht durch Mittheilung an Andere die Verwerthung gesichert habe, hier veröffentlicht werden.

Kyrene.

1. Auf Folio 298 recto und verso befinden sich ohne Angabe der Herkunft einige Stücke, von denen das erste, das überschrieben ist »*première inscription*«, so lautet:

ΝΚΘΑΥΤ
ΠΤΑΙΑΕΙΑΝΤΑL
ΝΚΑΠΩΝΠΡΟFΟΝЄ
ΤΡΙΔΟΣΠΟΙΗΣΑΜΕΝϹ
5 ΥΣΑΣΤΕΔΙΣΚΑΙΣΑΡΟΣΤΟ
ΕΚΤΕΝΩΣΚΑΙΙ+ΙΛΟΤΕΙΜΩΣ
ΠΡΕΣΒΕΥΣΑΣΕΝΤΩΜΑΡΜΑ
ΡΙΚΩΙΓΟΛΕΜΩΕΝΧΕΙΜΩΣΙΕΑΥ
ΤΟΝΕΣΤΟΣΚΙΝΔΥΝΟΣΕΠΙΔΟΣ
10 ΚΑΙΤΑΝΕΠΙΚΑΙΡΟΤΑΤΑΝΣΥΜΜΑ
ΙΑΝΚΑΙΠΡΟΣΣΩΤΗΡΙΑΝΤΣΠΥ
ϹΟΣΑΝΗΚΟΙΣΑΝΑΓΑΓΩΝΠΑΡΑΝ
ΒΩΝΤΕΤΟΝΤΩΚΤΙΣΤΑΤΑΣΠΟ
ΛΙΟΣΑΜΩΝΑΠΟΛΛΩΝΟΣΣΠΤΕ
15 ΨΑΝΟΝΚΑΙΤΛΠΡΟΣΘΕΟΣΕΚΤΕ
ΝΩΣΚΑΙΕΥΣΕΒΩΙΣΕΤΕΛΣΕΝΚΜ
ΤΑΠΟΤΙΤΟΣΑΝΘΡΩΠΟΣΜΕΓΑΛ
ΨΥΑΩΣΚΑΙΠΛΟΥΣΙΩΣΥΠΕΡΔΧ
ΝΑΜΙΝ- ρ ΔΕΔΟΧΘΑΙΠΟΤΙΤΑΕ
20 ΠΡΟΓΕΓΟΝΟΙΣΑΙΣΑΥΤΩΙΤΕΙΝΑΡ
ΕΠΑΙΝΕΣ.ΑΙΤΕΑΥΤΟΝΤΑΝΠΟΝ
ΔΑΜΟΣΙΑΙΚΑΙΠΛΡΚΑΛΕ

Es folgt nach der Überschrift »*2de inscription que je crois etre la suite ou le commencement de la premiere, mais beaucoup maltraitée nayant presque aucunes lignes d'entieres*«:

ΧΟΝΤΑΑΝΘΕΜΕ
ΟΣΚΑΔΗΛΗΤΑΙΔΑΜ
ΠΟΣΚΑΙΕΣΤΟΤΟΑ
ΙΑΡΟΝΑΓΑΑΜΑΠΑΡΙΙ
5 ΠΛΟΝΕΠΙΧΡΥΣΟΝΕ
ΓΡΑΝΣΦΑΟΝΚΛΕΑ
ΛΟΠΛΤΡΙΔΟΣΑΡΕΤΑΣ
ΠΟΤΙΤΑΝΠΟΛΙΝΕΥΝ
ΚLΚΥΡΑΝΑΙΟΙ

Aus dem Inhalt ist klar, dass dieses zweite Stück (*b*) nicht der Anfang einer Inschrift sein kann, sondern nur das Ende; dass es der Copist mit Recht als Rest desselben Ehrendecrets angesehen hat, von dem das erste Fragment (*a*) herrührt, bestätigt die Übereinstimmung der Zeilenbreite, die hier wie dort fast durchgängig 22—24 Buchstaben betrug.[1]

Die Herkunft des Fragmentes *b* wird durch die Unterschrift Κυρανᾶοι bewiesen, und zu dem gleichen Ursprung von *a* passt Zeile 13. 14: denn Apollon, der nach dem kallimacheischen Hymnus auf den Gott, Vers 66, in der Gestalt seines Raben bei der Gründung der Stadt den Weg wies, ist der κτίστας von Kyrene und heisst dort so nach der Inschrift C. I. G. 5141. Der Inhalt zeigt, dass zwischen *a* und *b* nur weniges verloren gegangen ist. Dass auch die übrigen auf demselben Blatt copirten Inschriften aus Kyrene stammen, wird nicht zweifelhaft sein.

In Fragment *a* hat der Copist den Verlust von Buchstaben, wie er ihn abschätzte, durch Beischriften angegeben, und zwar ist am linken Rande den einzelnen Zeilen beigeschrieben: zu Zeile 1 »*plus de la moitié de brisée*«; Zeile 2 »*la moitié manque*«; Zeile 3 »*un tiers manque*«; Zeile 4 »*il manque 4 ou 5 lettres*«; zu Zeile 5 sind als *effacées* angegeben: 3 *lettres*; Zeile 6 und 7: 2; Zeile 10, 11, 12: 1; am rechten Rande steht bei der vorletzten Zeile »*une lettre effacée*«, bei der letzten »*4 lettres de brissée*«.[2]

Es wird folgende Lesung vorzuschlagen sein:

---

[1] Von dieser Norm weichen in *a* ab Zeile 13 mit 21 Zeichen, Zeile 14 mit 20, Zeile 16 mit 25 (drei Iota), Zeile 20 mit 26 (fünf Iota). In *b* hatte Zeile 2 (nach meiner Ergänzung) 25 Buchstaben, Zeile 3 deren 21; in Zeile 6, die nur 19 Buchstaben enthielt, war offenbar nach ΑΝ eine Interpunction, die für Σ gehalten wurde, und ein kleiner freier Raum.

[2] Ob nicht aus der Orthographie des Copisten und der mehrfachen Setzung eines überflüssigen *de* zu schliessen ist, dass er kein Franzose war, mögen Kundigere entscheiden.

Fragment *a*.

- - - - - ΑΫΤ - - - - -
ΤᾺΝ ἐ]π[ιμέλ]ειαν τα[ύταν καὶ ἀ-
ξία]ν κα[ὶ τ]ῶν προ[γ]όν[ων τᾶς τε
πα]τρίδος ποιησάμεν[ος . . . .
5 . ύσας τε δὶς Καίσαρος το . . .
. . ἐκτενῶς καὶ φιλοτείμως
καὶ] πρεσβεύσας ἐν τῷ Μαρμα-
ρικῶι πολέμῳ ἐν χειμῶσι ἑαυ-
τὸν ἐς τὸς κινδύνος ἐπιδο[ύ]ς
10 καὶ τὰν ἐπικαιροτάταν συμμα-
χ]ίαν καὶ πρὸς σωτηρίαν τ[ᾶ]ς π[ό-
λι]ος ἀνήκοισαν ἀγαγών, παρ[λα-
βών τε τὸν τῶ κτίστα τᾶς πό-
λιος ἁμῶν Ἀπόλλωνος σ⟨π⟩τέ-
15 φ]ανον καὶ τὰ πρὸς θεὸς ἐκτε-
νῶς καὶ εὐσεβῶις ἐτέλ[ε]σεν κ[αὶ
τὰ ποτὶ τὸς ἀνθρώπος μεγαλ[ο-
ψύ[χ]ως καὶ πλουσίως ὑπὲρ δ[ύ-
ναμιν· δεδόχθαι ποτὶ τα[ῖς
20 προγεγονοίσαις αὐτῶι τει[μ]α[ῖς
ἐπαινέσαι τε αὐτὸν τὰν πό[λιν
δαμοσίαι καὶ παρκαλέ[σαι ἐς
[τὰν κοινὰν ἑστίαν - - - -
- - - - - - - - - - -

Fragment *b*.

[- - - - τὸν δὲ πρῶτον ἄρ-
χοντα ἀνθέμε[ν τῶ ἀνδρός, ὅπ-
ω]ς κα δηλ[ῶ]ται δαμ[οσίᾳ αὐτῶ ὁ τύ-
πος, καὶ ἐς τὸ τ[ῶ] Ἀ[πόλλωνος
ἱαρὸν ἄγα[λ]μα, παρ[στᾶσαι δὲ ὅ-
5 πλον ἐπίχρυσον, ἔ[χον τὰν ἐπι-
γρα[φὰ]ν· »Φάον Κλέα [τᾶς φι-
λοπάτριδος ἀρετᾶς [καὶ τᾶς
ποτὶ τὰν πόλιν εὐν[οίας ἕνε-
κε[ν] Κυραναῖοι«.

Über die Epoche dieser werthvollen Reste belehrt uns *a* Zeile 7 f.: der marmarische Krieg wird kein anderer sein können als der von Florus 2, 31 erwähnte, der noch unter Augustus stattfand, ohne dass

seine Zeit genau festgestellt werden könnte.[1] Sehr bemerkenswerth ist die Sprache der Inschrift: dem dorischen Dialekt, dem auch die Endung ος des Accusativus Pluralis der O-Declination angehört (*a* Zeile 9 und 17 je zweimal, Zeile 15), sind in den Participien ἀνήκοισαν (*a* Zeile 12) und προγεγονοίσαις (*a* 20) ausgesprochene Äolismen beigemischt; den Übergang zu dem letzteren vermittelt die Form γεγονῶσα, die sich in der Inschrift von Magnesia am Mäander n. 38 Zeile 12 findet. Auch εὐσεβῶις *a* 16 wird nicht durch einen Fehler des Abschreibers, der seines Amtes zwar unkundig aber mit Sorgfalt gewaltet hat, erklärt werden dürfen, sondern ist ebenfalls auf den Äolismus zurückzuführen, der im Gebrauch des erst später angenommenen Iota adscriptum so unsicher war, dass er es an falscher Stelle zusetzte (vergl. Meister, Dialekte I 88); ein Zeichen dieser Unsicherheit enthält unsere Inschrift in *a* Zeile 8, wo bei zwei neben einander stehenden Dativen das Iota einmal geschrieben, einmal fortgelassen ist. Auch auf anderen kyrenäischen Inschriften sind Äolismen zu bemerken: bei Smith and Porcher, *Discoveries at Cyrene* p. 114 n. 18 ist τελεσφόρεντες genau so gebildet wie die als äolisch bezeugten Formen ὁμονόεντες, ποίεντες (Meister I 174) und ebenda p. 117 n. 25 steht in dem Eigennamen Βάρκληος die Endung ηος offenbar für ειος, wie dies im Äolischen stattfindet, z. B. in Μυρσίληος (Meister I 92). Das Eindringen des äolischen Dialekts in Kyrene wird durch die Völkermischung zu erklären sein, die hier stattgehabt haben muss, wenn nach dem Zeugniss des Herodot 4, 161 die von den Inseln Eingewanderten zu einer besonderen Phyle vereinigt waren: die äolisch sprechenden müssen die herrschende Sprache beeinflusst haben.

Im Einzelnen möchte Folgendes anzumerken sein.

a Zeile 2. Die Umsetzung des Überlieferten in ἐπιμέλειαν ist nur scheinbar gewaltsam:

Π Τ Α Ι Α Ε Ι Α Ν
Ε Π Ι Μ Ε Λ Ε Ι Α Ν

Zeile 4. Die Angabe, dass vier oder fünf Buchstaben fehlen, wird nach der Stellung der Zeichen in der Abschrift ausnahmsweise nicht auf den Anfang der Zeile bezogen sein, sondern auf das Ende. Leider hat sich mir eine wirklich einleuchtende Ergänzung nicht ergeben wollen.

Zeile 12. ἀγαγὼν ganz sinnlich-concret »mitbringend«.

Zeile 13. τῷ κτίστα: s. oben. Den Kranz des Apollon hat der Geehrte wohl an den Karneen davongetragen, deren Feier in Kyrene feststeht (s. Robert-Preller, Mythologie 252).

[1] Vergl. Mommsen, Römische Geschichte V 631; *Res gestae divi Augusti* p. 171 f.

b Zeile 1. ΠΡῶΤΟΝ ἄΡ] ΧΟΝΤΑ ergänzt auf Grund einer Inschrift aus Kyrenes Mutterstadt Thera, C. Inscr. Insul. III 481 Zeile 10, wo dieser Beamte gleichfalls ein Ehrenbild zu errichten hat.

Zeile 4. In meiner Dissertation *De verbis potioribus quibus opera statuaria Graeci notabant* p. 33 habe ich nachzuweisen versucht, dass ἄΓΑΛΜΑ in späteren Ehreninschriften »Marmorporträt« bedeutet.

Zeile 6. ΦΑ hat der Urheber der Abschrift ausgelassen, da sein Blick von dem vorangehenden Alpha auf das folgende übersprang. Zweifelhaft wird die Herstellung nicht scheinen.

Zeile 9. Die Nachsetzung des Subjects Κυραναῖοι auch C.I.G. 5129 und 5132 und Smith and Porcher p. 109 n. 1.

2. »*3ᵉ inscription sur un morceau de pierre.*«

	- - - - - - - - - - - -
Π Τ Υ Λ Μ Α Ι Ο Υ Υ Ο	Πτ[ο]λ[ε]μαίου ὑὸ[ν - -
Ο Σ Π Τ Ο Λ Ε	ος Πτολε[μαιο - - - - -
Π Τ Ο Λ Ε	Πτολε[μαιο - - - - - - -

Wohl Ehreninschrift eines Ptolemäers.

3. »*partie d'une 4ᵉ inscription sur une autre pierre.*«

Η Π Ρ Ο · Υ Λ Ο Ν Κ Α	- η πρό[π]υλον κα - - -
Τ Η C · Γ Δ Ρ Є Γ Ω Γ	τῆc γ[ὰ]ρ ἐγὼ - - - - -
Ρ Ν Ο C Ν Є Ρ Χ Ο ΊΥ	ἔρνος [ἀ]νερχό[μενον -
Κ Η Τ Ο Ι Λ Η Ν Δ Є	Λ]ητοΐ[δ]ην δὲ - - - -

Von einem daktylischen Weihgedicht; die Vorhalle, von der Vers 1 die Rede ist, war nach Vers 4 die des Apollotempels. Vielleicht war der Gegenstand der in der Vorhalle dargebrachten Weihung ein Altar, da ἔρνος ἀνερχόμενον (Vers 3) aus Homer ι 163 entnommen ist, wo von einer aufspriessenden Palme am Altar desselben Apollon in Delos gesprochen wird.

Lesbos.

1. Folio 237 verso »*Pierre au bas des decombres de cette Chapelle*«, nämlich der zu der vorhergehenden byzantinischen Inschrift genannten »*Chapelle ruinée a Mitilene*«. Wie mir scheint von der Hand Fourmont's.



Dass die Inschriften auf einem Steine waren, ist ausser durch die Beischrift noch durch eine beide zusammenfassende Klammer bezeichnet; vermuthlich waren sie durch eine eingearbeitete Nische mit Reliefdarstellung getrennt. Die obere Inschrift ist von Pococke, *Inscr. ant.* p. 46 n. 13 mitgetheilt und daraus C. I. G. 2205, welches letztere Citat bei Paton, *Inscr. Ins.* II n. 380, ausgelassen ist. Pococke giebt die erste Zeile unvollständiger und in der Endung abweichend ΕΛΟΥΛΙΕ, woraus eine glaubhafte Lesung nicht zu gewinnen war. Offenbar hiess es:

Ἐθ]ελοῦσιε, χρησ-
τέ· χαῖρε.

Die zweite Inschrift lautet:

Μάκαρ, χρ[η]στέ·
χαῖρε.

Wahrscheinlicher wird man die sehr häufige Verlesung von Η in ΕΙ annehmen als den schlimmen Itacismus χρειστέ.

2. Folio 285 steht, wie die Beischrift zeigt, von der Hand eines Engländers die Inschrift, die C. I. G. 2168 (Paton n. 285) aus Pococke und den Scheden Peyssonel's mitgetheilt ist. »*Peyssonelius Lesbiaca omnia a medico quodam Britanno habuit*« sagt Böckh: von diesem englischen Arzte wird die Niederschrift des Codex herrühren, gegen welche Annahme die Verschlechterungen Peyssonel's einen Grund nicht abgeben; die erste Zeile fehlt wie im Codex so bei ihm. Ich verzeichne die Stellen, an denen der Codex Besseres bietet als der Text, wie ihn Böckh constituirt und Paton angenommen hat; die Wiedergabe ist aus Majuskeln und Cursiven gemischt. Zeile 3 ΣΥΜΜΑΧΑΔΗΘΕΜΟSIN ΘΕΜΕΝΟΙS: also richtig Χ und danach keine Lücke, dann Böckh's θέμενοι völlig überliefert; zu dem im Codex folgenden Sigma stimmt weder Ῥοδίων, das Gottfried Hermann (Opusc. V 176), noch δόρα, das Kaibel (Epigr. 242; bei Paton steht durch Druckfehler 292) folgen lässt. — Zeile 4 Anf. ΠΑΤΡΙΔΙ ΤΑΝ. — Zeile 5 ΤΟΔΕ.

3. Folio 239 findet sich von derselben englischen Hand die Inschrift, die C. I. G. 2183 (= Paton 258, wo als Corpus-Nummer versehentlich 2182 gegeben ist) wie die vorige Nummer aus Pococke's Druck und Peyssonel's Scheden mitgeteilt ist. Zeile 10 lautet ΓΡΑΝΙΟΝ ΜΑΡΚΩΙΟΝ, also Γράνιον Μάρκω [ὑ]όν.

Kyzikos.

Folio 292 steht C. I. G. 3657, wo Böckh angiebt: »*Habeo etiam ex schedis Parisinis nescio cuius a Bekkero transscriptis*«. gewiss den unserigen. Zeile 10 steht nicht wie in Böckh's Text ΙΕΡΟΠΟΙΑΙ, sondern richtig ΠΟΙΟΙ.

Beroia.

Folio 300 findet sich ohne Ortsangabe C. I. G. 4451 im Wesentlichen übereinstimmend mit der Ausgabe von Cuperus, der also unsere Schede zu Grunde liegen wird. Wenn Franz anmerkt »*Versus aliter divisos habet Cuperus*«, so ist im Codex die Zeileneintheilung, wie sie im Corpus gegeben ist, zwar nicht gewahrt, aber durch verticale Striche deutlich bezeichnet. Die Form des Sigma ist durchgängig Σ, nicht C; in der letzten Zeile ist das zweite Zeichen der Jahreszahl nicht Ξ, sondern ≅ geschrieben, der Monatsname ΑΥΔΙΝΑΙΟΥ.

Das Folgende habe ich den bei unserer Akademie aufbewahrten Reisetagebüchern von Ludwig Ross entnommen.

Attika.

1. »Grabstein im Metochi unterhalb Kloster Dan. 21. Mai 1836.«



Φιλόθεον [Μη?]νᾶ Χολκίδος ἄνδρα ἐσορᾷς.

Die Gattin des Todten hatte sein Porträt auf den Grabstein meisseln lassen. Um seinen Namen in den Pentameter zu bringen, musste der Quantität Gewalt angethan werden. Χολκίς ist Metathesis aus Κολχίς, wie auf attischen Steinen χάλκη und κάλχη geschrieben wird.

2. Tagebuch von 1840; sicher aus Attika, da auf der nächsten Seite die Abfahrt aus dem Piräeus verzeichnet ist.

Α Φ Ρ Ο Δ Ι Σ Ι Α	Ἀφροδισία
Φ Ι Λ Α Ρ Γ Υ Ρ Ο Υ	Φιλαργύρου
Μ Ε Ι Λ Η Σ Ι Α	Μειλησία.

Grabschrift.

3. Auf demselben Blatt wie die vorige Inschrift.

Ι Ε Ν Δ Ε Δ Ο Χ Λ Ι	- - δεδόχ[θ]αι - - - - - - - - - - -
Ε Υ Α Ν Θ Ο Υ Σ Ο Κ Λ Ο	Εὐάνθους ὁ κ[αθεσταμένος(?) - - καὶ Ζώ-
Π Υ Ρ Ο Σ Ω Σ Ν Ο Μ	πυρος, ὡς νόμ[ιμόν ἐστι - - - - - -
Ε Σ Τ Ο Η Ρ Ω Ι Ο Ν	ἐς τὸ ἡρῷον - - - - -

Vielleicht Beschluss eines Thiasos.

4. Tagebuch von 1835. »Grabstein in Ampelakia« (Salamis).



Σ Λ Λ Λ Ε Υ Σ	- - - - ς Ἁλα[ι]εύς,
Υ Σ Ι Ν Ι Κ Η	- - -, Λ]υσινίκη
Ο Ε Υ Ω Ν Υ Μ Ε Ω Σ	- - - - ου Εὐωνυμέως.

5. Tagebuch von 1835. »Stadt Salamis, Grabstein«.

Α Ν Τ Ι Φ Α Τ Η Σ	Ἀντιφάτης
Α Ν Τ Ι Φ Α Ν Ο Υ Σ	Ἀντιφάνους
Ε Υ · Ν Υ	Εὐ[ω]νυ[μέως.

Megara.

1. Das Tagebuch von 1835 enthält von C. I. Sept. I 152 eine bessere Abschrift als die drei früher bekannten:

Ν Ι Κ Ω
Θ Ε Ο Τ Ε Λ Η

2. Tagebuch von 1835. »Megara in der Demogorontie«.

ΑΓΑΘ · ΤΥΧΗ
ΕΤΟΥΣΒΟΡΜΗΝΟΣ
ΞΕΝΤΗΣΥΝΟΔΩΤ
ΝΥΣΟΥΕΙΝΑΙΔΙΟΝΥ
5 ΤΡΟΝΤΟΝΝΑΟΠ
ΡΕΛΑΠΟΛΕΛΥΣ
ΡΕΣΙΑΣΚΑΙΛ
ΓΗΤΟ

Dies wird ungefähr so herzustellen sein:

Ἀγαθ[ῆ] τύχῃ.
Ἔτους βορʹ, μηνὸς [. . . . . ἔδο-
ξεν τῇ συνόδῳ τ[ῶν θιασωτῶν Διο-
νύσου εἶναι Διονύ[σου θιάσῳ Ἀντίπα-
5 τρον τὸν ναοπ[οιὸν καὶ δια βίου ἱε-
ρέα, ἀπολελύσ[θω δὲ τῆς ἄλλης ὑπη-
ρεσίας καὶ ἀ[τελὴς ἔστω καὶ ἀλειτούρ-
γητος.

Einen dionysischen Thiasos in Megara hatte Böckh aus der jetzt C. I. Sept. I 107 abgedruckten Inschrift erschlossen. Das Jahr 172 entspricht, wenn der Ausgangspunkt der Aera die Schlacht bei Actium ist (vergl. Dittenberger zu C. I. Sept. 97–99), dem Jahre 141 n. Chr.: damit verträgt sich der Schriftcharakter sehr gut; vom Jahre 146 v. Chr. zu zählen macht er unmöglich. — In der ersten Zeile muss wohl der Tag durch die blosse Zahl angegeben gewesen sein, z. B. μηνὸς [Ἑρ-μαίου ηʹ, da sonst die Schrift eine ungebührliche Breite erhielte.

Ausgegeben am 29. Januar.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.



SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

VI.

29. Januar 1903.

BERLIN 1903.

Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«.

[illegible] **regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung** [illegible]

§ 8.

[illegible] werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen [illegible] Die Verfasser verzichten damit [illegible] nach acht Tagen.

§ 11.

[illegible]

[illegible] **Für diese wie für alle übrigen Theile der Sitzungsberichte sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.**

1903.
VI.

SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

---

29. Januar. Öffentliche Sitzung zur Feier des Geburtsfestes Sr. Majestät des Kaisers und Königs und des Jahrestages König Friedrich's II.

Vorsitzender Secretar: Hr. Vahlen.

Der Vorsitzende eröffnete die Sitzung, welcher Se. Excellenz der vorgeordnete Hr. Minister Dr. Studt beiwohnte, mit einer Ansprache, in der er den königlichen Beruf und wie die beiden Könige, denen die Feier galt, denselben aufgefasst haben, zum Gegenstand einer kurzen Betrachtung machte.

Alsdann wurden die Jahresberichte über die von der Akademie geleiteten wissenschaftlichen Unternehmungen sowie über die ihr angegliederten Stiftungen und Institute erstattet.

Sammlung der griechischen Inschriften.

Bericht des Hrn. von Wilamowitz-Moellendorff.

Erschienen ist der erste Band der peloponnesischen Inschriften, bearbeitet von Hrn. Fränkel.

Im Druck ist das fünfte Heft der Inschriften von den Inseln, die Kykladen umfassend, bearbeitet von Freiherrn Hiller von Gaertringen.

Die HH. Fränkel und von Prott haben eine Reise nach Arkadien und Lakonien unternommen für die Fortsetzung der peloponnesischen Inschriften; Hr. von Prott hat auch noch eine kurze Reise nach Thessalien machen müssen, weil neue Funde den Abschluss des betreffenden Bandes hemmten, der nun binnen Kurzem von Hrn. Kern erwartet werden darf.

Der Vorsitz der Commission ist am 21. Juli 1902 von Hrn. Kirchhoff an Hrn. von Wilamowitz-Moellendorff übergegangen.

Sammlung der lateinischen Inschriften.

Bericht der HH. Mommsen und Hirschfeld.

Durch Carl Zangemeister's Tod hat das Corpus inscriptionum Latinarum im vergangenen Jahre einen unersetzlichen Verlust erlitten. Seit dem Jahre 1865 bis in die letzten Tage seines arbeitsreichen Lebens ist er diesem Werke treu verbunden gewesen und hat die ihm eigene Kunst der Entzifferung der schwierigsten Inschriften in den Dienst des Corpus gestellt. Als reife Frucht derselben erschienen im Jahre 1871 die Wandinschriften von Pompeji, zu denen sich fast 30 Jahre später die dort gefundenen Wachstafeln gesellten: eine Meisterleistung, die für das Studium der römischen Paläographie grundlegend geworden ist und bleiben wird. Auch an der Bearbeitung der Siebenbürger Wachstafeln hat Zangemeister hervorragenden Antheil genommen und die historisch sehr interessanten, aber durch umfangreiche Fälschungen in Misscredit gekommenen Schleuderblei-Inschriften in unserer Ephemeris epigraphica von den Schlacken gereinigt herausgegeben. Seit länger als einem Vierteljahrhundert war er für die Herausgabe der Germanischen Inschriften thätig und hatte, in vollster Beherrschung der durch die wesentlich mit von ihm geleitete Limesforschung angeregten topographischen Probleme, die Drucklegung der Inschriften von Obergermanien in mustergültiger Bearbeitung fast zu Ende geführt, als ihn der Tod vor der Vollendung des Werkes abrief. Sein Freund und College Hr. von Domaszewski, der ihm bereits seit einigen Jahren bei der Ausarbeitung der epigraphischen Litteratur zur Seite gestanden hat, hat sich, wofür wir ihm zu aufrichtigem Dank verpflichtet sind, bereitfinden lassen, die noch rückständige, weitläufige und schwierige Arbeit unter dem Namen des Verstorbenen zu Ende zu führen. Wir dürfen hoffen, dass es seiner Arbeitskraft gelingen werde, Obergermanien in diesem Jahre zur Veröffentlichung zu bringen, während die bisher nur auf Materialsammlung beschränkte Bearbeitung von Niedergermanien noch einige Jahre in Anspruch nehmen dürfte. Die in Gemeinschaft mit Hrn. Hirschfeld herauszugebenden Inschriften der Belgica befinden sich im Druck und werden ziemlich gleichzeitig mit Obergermanien zur Veröffentlichung gelangen.

Auch der seit mehr als 20 Jahren bei der Correctur des Corpus und der Anfertigung der Indices thätig gewesene Oberlehrer Dr. August Bürcklein in Berlin ist uns in diesem Frühling durch den Tod entrissen worden. Wir bewahren dem aufopfernden Mitarbeiter ein dankbares Andenken.

Zur Ausgabe gelangten im vergangenen Jahre die zu einer unvorhergesehenen Ausdehnung herangewachsenen Schlusshefte des III. Supple-

mentbandes. Die von Heinrich Kiepert begonnenen Karten hat sein Sohn Hr. Dr. Richard Kiepert zu glücklichem Ende geführt. Die Ausarbeitung der umfangreichen Indices wird grossentheils Hrn. Dr. Kurt Regling verdankt.

Vor wenigen Wochen ist ferner der die zahlreichen und wichtigen Nachträge zu den Inschriften der Stadt Rom enthaltende Band (VI, 4, 2) von Hrn. Hülsen in Rom zur Veröffentlichung gebracht worden. Für die noch ausstehenden Indices zu dem gesammten Bande sind die Vorarbeiten unter Leitung des Hrn. Dessau im Gange.

Die Nachträge zum XI. Band sind von Hrn. Bormann theils gedruckt, theils im Manuscript fertiggestellt. Die Redaction der Sachindices ist nahezu vollendet.

Von dem zweiten Theil des gallisch-germanischen Instrumentum (XIII, 3, 2) hofft Hr. Bohn den Druck der Thoninschriften in wenigen Monaten zu Ende zu führen. Zur Bearbeitung der in diesen Band gehörigen Augenarztstempel hat sich mit dankenswerther Bereitwilligkeit der als Herausgeber dieser Denkmäler bereits bewährte französische Gelehrte Hr. Emile Espérandieu erboten: ein Anerbieten internationaler Mitarbeit, das unsere Akademie gern angenommen hat. Mit dem Drucke dieses Abschnittes soll in diesem Jahre begonnen werden.

Von dem Instrumentum der Stadt Rom (XV) hat Hr. Dressel die Stempelinschriften zum Satz gebracht.

Die seit langem in Angriff genommene, aber nicht über die ersten Vorarbeiten hinaus geförderte Neubearbeitung der in dem ersten, längst vergriffenen Bande des Corpus veröffentlichten republikanischen Inschriften ist, mit Ausnahme der Gesetzesurkunden, deren Bearbeitung sich Hr. Mommsen vorbehalten hat, Hrn. Dr. Ernst Lommatzsch in Freiburg i. Br. übertragen worden. Derselbe hat die Ergänzung des Materials so weit gefördert, dass ein baldiger Abschluss der Arbeit zu erhoffen ist. Die Sammlung wird, da sie jetzt auf dem im wesentlichen publicirten Gesammtmaterial fussen kann, eine von der früheren wesentlich verschiedene Gestalt erhalten.

Hr. Mau gedenkt den Druck des IV. Supplementbandes (Pompeji) demnächst mit den im Manuscript fertiggestellten Steinmetzzeichen wieder aufzunehmen.

Der Abschluss des dritten Fascikels des VIII. Supplementbandes (Africa) wird von den HH. Dessau und Cagnat in baldige Aussicht genommen. Die Nachträge und die Indices befinden sich in Vorbereitung.

Das epigraphische Archiv in der Königlichen Bibliothek steht Dienstags von 11—1 Uhr unter den durch die Beschaffenheit der Sammlung gebotenen Cautelen der Benutzung offen. Die in diesem Jahre,

insbesondere nach Abschluss des III. Supplementbandes ihm zugeführten Materialien haben in Folge des immer fühlbarer werdenden Raummangels nur eine provisorische Aufbewahrung finden können.

Aristoteles-Commentare.

Bericht des Hrn. Diels.

Im verflossenen Jahre sind folgende Bände fertiggestellt worden: Syrianus in Metaphysica (VI 1) ed. G. Kroll; Olympiodorus in Categorias (XII 1) ed. A. Busse. Begonnen wurde der Druck von Themistius (richtiger Sophonias) in Parva Naturalia (V 6) und Michael Ephesius in Parva Naturalia (XXII 1), beides bearbeitet von Hrn. P. Wendland; Simplicius in Categorias (VIII), bearbeitet von Hrn. K. Kalbfleisch und Philoponus (richtiger Michael) de generatione animalium (XIV 3), bearbeitet von Hrn. M. Hayduck. Den letzten Band des Supplementum (III 2), die Ἀθηναίων πολιτεία hat das correspondirende Mitglied der Akademie, Hr. F. G. Kenyon in London, für uns neu zu bearbeiten in dankenswerther Weise übernommen.

Prosopographie der römischen Kaiserzeit.

Bericht der HH. Mommsen und Hirschfeld.

Die HH. Klebs und Dessau stellen den Beginn der Drucklegung des vierten Bandes, der die Consularfasten und die Magistratslisten enthalten wird, für die erste Hälfte dieses Jahres in sichere Aussicht.

Politische Correspondenz Friedrich's des Grossen.

Bericht der HH. Schmoller und Koser.

Der seit dem letzten Bericht erschienene Band 28 vereinigt unter 661 Nummern das Material aus den Monaten Januar bis einschliesslich Juli 1769. Die ungemeine Reichhaltigkeit des diesem Jahre angehörigen Schriftwechsels, die seine Zusammenfassung im Rahmen eines Bandes unmöglich machte, erklärt sich aus dem Umstande, dass damals gleichzeitig drei grosse Verhandlungen zu führen waren. Die eine mit Russland wegen Verlängerung des 1764 abgeschlossenen Bündnisses und wegen Regelung der den Russen für ihren Krieg gegen die Pforte vertragsmässig zustehenden preussischen Bundeshülfe, die dann, entgegen dem Anfangs von russischer Seite geäusserten Wunsche, in Subsidien, nicht durch Truppenstellung, geleistet wurde, so dass

der König von Preussen »ruhiger Zuschauer« des Krieges blieb. Die zweite mit dem Wiener Hofe zur Vorbereitung der Zusammenkunft zwischen König Friedrich und Kaiser Joseph, eine Verhandlung, die auf die russische insofern einwirkte, als der König je nach dem Ergebniss jener Zusammenkunft sein künftiges Verhältniss zu Russland fester oder loser zu knüpfen gedachte. Die dritte mit Frankreich, bei der sich dem beabsichtigten Abschluss eines Handelsvertrages bald Hindernisse in den Weg stellten, welche den zwischen den beiden Höfen kaum wiederhergestellten diplomatischen Beziehungen in den Augen des Königs von Preussen ihren Werth nahmen.

Auf zwei Forschungsreisen hat im vergangenen Jahre Hr. Dr. Volz, in dessen Händen die Bearbeitung unserer Publication wie bisher liegt, weitere Ergänzungen zu dem in den diesseitigen Archiven beruhenden urkundlichen Stoff gesammelt: im Archiv des Ministeriums der auswärtigen Angelegenheiten zu Paris wurde der Schriftwechsel des in Berlin beglaubigten französischen Gesandten für unsere Zwecke durchgesehen, im Königlich Niederländischen Hausarchiv im Haag die vor zwei Jahren begonnene Abschrift der Briefe Friedrich's des Grossen an seine Nichte, die Prinzessin Wilhelmine, Gemahlin des Erbstatthalters Wilhelm V. von Oranien, zu Ende geführt.

Griechische Münzwerke.

Bericht des Hrn. Diels.

Der erste Band des nordgriechischen Münzwerkes ist auch im verflossenen Jahre nicht weiter gefördert worden und der bisherige Bearbeiter Hr. B. Pick in Gotha ist vor Kurzem auch von diesem Bande definitiv zurückgetreten.

Die Redaction des zweiten Bandes hatten nach dem Rücktritt des Hrn. Pick die HH. L. Strack in Bonn und F. Münzer in Basel übernommen. Der erstere hat im abgelaufenen Jahre die Scheden der Städte Abdera, Ainos, Anchialos, Bisanthe, Bizye, Byzantion, Kalchedon sowie der thrakischen Fürsten, Hr. Münzer ebenso die Scheden von Maroneia, Mesembria, Nikopolis am Nestos und Pautalia fertiggestellt.

Hr. H. Gaebler hat die Neubearbeitung der makedonischen Koinon-Münzen im Laufe des vorigen Jahres zu Ende geführt und ist der Druck dieses Theiles des dritten Bandes begonnen worden.

Über die Vorbereitung des kleinasiatischen Münzcorpus ist Folgendes zu berichten:

Hr. W. Kubitschek hat die Excerpirung neuer litterarischer Publicationen und Zeitschriften so weit fortgesetzt, dass der Abschluss und

die Einordnung dieses Schedenzuwachses unmittelbar bevorsteht. Von älteren Katalogen ist der des Museum Wakianum (Oxford) excerpirt worden.

An dem die karischen Münzen umfassenden Band ist stetig fortgearbeitet worden, so dass Hr. Kubitschek hofft, den Druck zu Ostern beginnen und den Abschluss des Manuscripts Ende d. J. liefern zu können. Er beabsichtigt zu diesem Behufe Athen und Paris zu besuchen, um die Münzen der dortigen Sammlungen mit in die Redaction einbeziehen zu können. Die Direction des Berliner Münzcabinets hat zunächst die erste Hälfte seiner karischen Münzen (abgesehen von dem bereits 1898 aufgenommenen Imhoof'schen Cabinet) in Gipsabgüssen Hrn. Kubitschek zur Verfügung gestellt und den Rest für später versprochen, wofür die Commission ihr zu grossem Danke verpflichtet ist. Ebenso ist das grosse Entgegenkommen des Hrn. Babelon in Bezug auf die karischen Münzen des Pariser Museums dankbar zu rühmen.

Während seiner von Mitte März bis Mitte Mai 1902 ausgeführten italienischen Reise hat Hr. Kubitschek, durch Empfehlungen des k. österreichischen Instituts, des k. und k. Oberstkämmereramtes und des Königl. italienischen Unterrichtsministeriums wirksamst unterstützt, fast zu allen Sammlungen sofortigen, liberalsten Zutritt erhalten. So wurden folgende Sammlungen für Aiolis, Ionia, Lydia, Phrygia, Karia und Lykia ausgenutzt: Triest (*Museo civico*), Venedig (Dogenpalast und *Museo Correi*), Mailand (*Brera*), Turin (Universität und Königl. Bibliothek), Florenz, Parma, Modena, Ferrara, Rom (Vatican und Thermenmuseum), Neapel (*Museo nazionale, Santangelo*), Bari. Daneben wurden auch private Sammlungen in Rom, Neapel, Brindisi u. s. w. eingesehen.

Die Münzen von Bologna konnte Hr. Kubitschek wegen Abwesenheit des Directors zur Zeit nicht einsehen; Zutritt zu der Sammlung des *Collegium de propaganda fide* zu erhalten, gelang ihm trotz einflussreicher Empfehlungen nicht.

Im Herbst desselben Jahres machte Hr. Kubitschek einen Ausflug über Aquileia nach Klagenfurt und von dort über Admont zurück nach Wien, etwas später über Berlin nach Gotha. Die Ausbeute in Aquileia und Admont war geringer als man erwartet hatte, in Gotha viel grösser, so dass hier nur Karien, Ionien, Aeolis, Lykien und der grössere Theil von Phrygien erledigt werden konnte.

Hr. H. von Fritze, wissenschaftlicher Beamter der Akademie, hat im abgelaufenen Jahre den Rest sämmtlicher in seinen Händen befindlichen Litteraturscheden der Münzgebiete von Mysia aufgearbeitet (an 4000). Damit sind die Vorarbeiten für Mysia und Troas abgeschlossen worden, und die Bereisung der Münzcabinete für diese Gebiete kann nunmehr vorgenommen werden.

Acta Borussica.

Bericht der HH. Schmoller und Koser.

Nachdem im Jahre 1901 die Publication der Acta Borussica sich auf zehn Bände ausgedehnt hatte, wovon vier in den letzten Monaten dieses Jahres zur Ausgabe gelangten, musste in den ersten neun Monaten von 1902 eine Pause nicht der Arbeit, aber der Publication eintreten.

Die Briefe König Friedrich Wilhelm's I. an den Fürsten Leopold von Dessau konnten leider in Folge der Berufung von Prof. Dr. Krauske als Ordinarius nach Königsberg immer noch nicht mit der nöthigen Einleitung versehen und ausgegeben werden.

Die folgenden Mitarbeiter haben ihre Aufgaben weiter gefördert, aber es liegt kein Abschluss ihrer Arbeiten vor: Prof. Dr. Hintze, zum Ordinarius in Berlin befördert, hat die Acten der inneren Staatsverwaltung von 1746—1848 fertiggestellt, ihr Druck hat in den letzten Wochen begonnen. Dr. Naudé hat die Getreidehandelspolitik und Magazinverwaltung von 1740 an in Bearbeitung. Dr. Stolze, welcher die Acten der inneren Verwaltung von 1723—1740 bearbeitet, hat im Jahre 1902 die Archive von Cleve-Mark und Minden-Ravensberg sowie das in Magdeburg besucht und von da eine werthvolle Ausbeute zurückgebracht.

Dr. Frhr. von Schrötter ist in diesem Jahre beim Königl. Münzcabinet definitiv angestellt worden, wird aber zugleich die grosse Arbeit über das brandenburgisch-preussische Münzwesen des 18. Jahrhunderts in unserem Auftrage zu Ende führen. Der erste Theil der Münzbeschreibung, der bis zum Regierungsantritt Friedrich's II. reicht, ist vor einigen Monaten fertig geworden und wurde im October 1902 ausgegeben. Die Münzgeschichte, Darstellung und Acten von 1701 bis 1740, liegt druckfertig vor und wird in Kurzem der Druckerei übergeben werden können.

Thesaurus linguae latinae.

Bericht des Hrn. Diels.

Obgleich die ursprünglich geplante Schnelligkeit des Erscheinens bis jetzt noch nicht ganz erreicht worden ist, hat doch, wie die am 17. und 18. October v. J. zu München unter dem Vorsitze des Hrn. von Hartel Exc. abgehaltene Jahresconferenz der interakademischen Commission festgestellt hat, der bisherige regelmässige und befriedigende Fortgang des Werkes auch in dem abgelaufenen Jahre inne gehalten werden können. Durch Beiträge von Württemberg, Baden, Elsass-Lothringen und Hamburg, sowie durch besondere Zuschüsse

der meisten betheiligten Akademien ist es nunmehr gelungen, das Budget in's Gleichgewicht zu bringen, und man darf hoffen, dass durch die von der Commission in's Auge gefasste theilweise Erhöhung der Gehälter eine grössere Stätigkeit der Mitarbeiter herbeigeführt werden wird. Eine besondere Förderung der Thesaurusarbeit verdanken wir der preussischen und österreichischen Regierung, welche ältere und jüngere, für diese gelehrte Thätigkeit besonders geeignete Kräfte auf das Thesaurus-Bureau in München committirt haben. Ihrem Beispiel werden voraussichtlich auch andere Regierungen, vielleicht auch des Auslandes, in nächster Zeit folgen.

Das Bureau besteht zur Zeit ausser dem Generalredactor Prof. Dr. F. Vollmer aus folgenden Mitarbeitern: Prof. Dr. M. Ihm, Redactor, Dr. O. Hey, Secretär, Dr. W. Bannier, Dr. W. Otto, Dr. E. Diehl, Dr. A. von Mess, Dr. E. Bickel, Dr. Th. Bögel, Oberlehrer Dr. C. Münscher, Prof. Dr. A. Zimmermann, Dr. Th. Sinko.

Ausser der eigentlichen Redactionsthätigkeit nahm die Ergänzung des Zettelmaterials (namentlich aus den Inschriften und Kirchenvätern) noch immer beträchtliche Zeit in Anspruch.

Das zunächst für den Gebrauch des Bureaus bestimmte Verzeichniss sämmtlicher Autoren und Texte in chronologischer Ordnung (Citirliste) ist nahezu fertig gedruckt. Es wird einem der nächsten Hefte des Thesaurus beigegeben und auch in einer Sonderausgabe dem Buchhandel zugänglich gemacht werden.

Vollendet wurden in dem abgelaufenen Jahre von dem ersten Bande die Artikel ADYTUS — AFFECTVOSVS, von dem zweiten die Artikel ARGENTIUS — AT.

Der Abschluss der beiden Bände, welche die Buchstaben A und B umfassen, steht somit gegen Ende dieses oder den Anfang des folgenden Jahres mit Sicherheit zu erwarten.

Bericht über die Ausgabe der Werke von Weierstrass.

Band IV, die Vorlesung über die Abel'schen Functionen enthaltend, ist im Frühjahr 1902 ausgegeben worden. Alsdann wurde der Druck von Band III (Schlussband der Abhandlungen) wieder aufgenommen und im Lauf des Jahres bis auf einen Rest von wenigen Bogen durchgeführt.

Kant-Ausgabe.

Bericht des Hrn. Dilthey.

Der erste Band der Werke (Vorkritische Schriften I) ist erschienen. Demselben ist ein Vorwort beigegeben, welches über den Plan und die Anordnung der Ausgabe orientirt. Der vierte Band (die Kritik der

reinen Vernunft in der ersten Auflage bis: Von den Paralogismen der reinen Vernunft einschl., Prolegomena, Grundlegung zur Metaphysik der Sitten, Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft) wird demnächst erscheinen. Die Herausgabe der zuletzt genannten Schrift hat an Stelle des Hrn. Lasswitz Hr. Höfler (Wien) übernommen. Ferner ist mit dem Druck des dritten Bandes (Kritik der reinen Vernunft in der zweiten Auflage) begonnen worden.

In der zweiten Abtheilung (Briefwechsel) ist der dritte Band veröffentlicht worden. Die Sammlung der Briefe liegt damit abgeschlossen vor. Die Vorarbeiten zum vierten Bande, welcher einen Bericht über das Zustandekommen der Sammlung, Anmerkungen zu der Briefsammlung in den drei vorangehenden Bänden und ein Register enthalten wird, haben angefangen.

Ausgabe des Ibn Saad.

Bericht des Hrn. Sachau.

Über den Stand der Ibn Saad-Arbeiten ist mitzutheilen, dass gegenwärtig vier Bände im Druck sind, nämlich:

1. Die Biographien der aus Mekka stammenden Theilnehmer an der ersten Schlacht des Islams bei Bedr im Frühling des Jahres 624, herausgegeben von dem Referenten;
2. Die Biographien der berühmten Frauen in der ältesten Epoche des Islams, herausgegeben von Hrn. Prof. Dr. K. Brockelmann, Professor an der Universität in Breslau;
3. Die Biographien der aus Medina stammenden Theilnehmer an der Schlacht bei Bedr, herausgegeben von Hrn. Dr. J. Horovitz, Privatdocent an der Universität in Berlin;
4. Die Biographien der Nachfolger in Medina, sowie der Genossen und Nachfolger im übrigen Arabien, herausgegeben von Hrn. Dr. K. Zetterstéen, Docent an der Universität zu Lund in Schweden.

Von dem ersten Band liegen zur Zeit 28, von dem zweiten 19, von dem dritten 4 und von dem vierten 3 Bogen gedruckt vor.

Die übrigen Theile des umfangreichen Werkes, die Biographien der ältesten Generationen der Genossen Muhammed's und ihrer Nachfolger in Babylonien, Kufa, Basra und Bagdad, in Syrien, Aegypten und anderen Ländern des Chalifenreiches, sowie die ausführliche Biographie Muhammed's werden gegenwärtig für den Druck vorbereitet.

Wörterbuch der ägyptischen Sprache.

Bericht des Hrn. Erman.

Nach einem im vorigen Jahre gefassten Beschlusse sollte zunächst das Material, das durch die Collationen der letzten Jahre beschafft war, aufgearbeitet werden. Es ist daher im Berichtsjahre von der Beschaffung weiterer Texte abgesehen worden. Doch erhielten wir auch so einiges Neue durch die Güte der HH. Mahler in Pesth und Seymour de Ricci in Paris.

Die Verzettelungsarbeiten wurden durch Krankheit und amtliche Verhinderungen mehrerer Mitarbeiter ungünstig beeinflusst, so dass nur 2668 Stellen neu hinzukamen: die Gesammtzahl der Stellen stieg damit auf 14679. Dagegen schritten die anderen Arbeiten gut vorwärts. Alphabetisirt wurden 54225 Zettel, die Gesammtzahl der alphabetisirten Zettel beträgt nunmehr 262743. Das gesammte Zettelmaterial wurde durch die schon im vorigen Berichte erwähnte Einführung eines zweiten Alphabets nunmehr bequem nutzbar gemacht.

Selbständig arbeiteten an der Verzettelung mit die HH. Erman, Möller, Graf Schack, Schäfer, Sethe und Steindorff, die von den HH. Gauthier, Junker, Roeder und Wreczinsky unterstützt wurden; die Nebenarbeiten lagen den HH. Bollacher und Vogelsang und Frl. Morgenstern ob.

Im Einzelnen wurden im Berichtsjahre verzettelt:

An religiösen Texten: die Pyramidentexte bis Cap. 339 incl. (etwa dreiviertel des Ganzen) durch Hrn. Sethe; das Totenbuch des Neuen Reichs bis Cap. 144 incl. (über zweidrittel des Ganzen) durch Hrn. Möller.

An Zaubertexten: der Papyrus Sallier IV wurde von Hrn. Sethe in Angriff genommen.

An neuägyptischer Litteratur durch Hrn. Erman: die Briefe und Gedichte der Papyrus Anastasi II und IV; das Märchen aus Papyrus Sallier I; das Gedicht auf die Chetaschlacht nach Papyrus Sallier III und den Inschriften von Karnak und Abydos; der Papyrus Hood und die Londoner Ostraka.

An Tempel-Inschriften: die der Tempel Sethos' I. und Ramses' II. zu Abydos (in Arbeit) durch Hrn. Möller.

An einzelnen Inschriften: der Palermostein durch Hrn. Schäfer; die Grabfunde des Mittleren Reiches und die Inschriften des Alten Reiches im Berliner Museum durch die HH. Steindorff und Erman; die Inschriften des Vatican, von Pisa und Marseille durch Hrn. Erman. In Arbeit befinden sich unter Leitung der HH. Schäfer und Erman die Inschriften der Museen von Kairo, Leiden, Paris, Pesth und Turin.

Index rei militaris imperii Romani.

Bericht der HH. Mommsen und Hirschfeld.

Hr. Ritterling hat leider auch in diesem Jahre in Folge vermehrter Dienstgeschäfte sich darauf beschränken müssen, das neu hinzugekommene Material in seine Sammlungen einzutragen.

Codex Theodosianus.

Bericht des Hrn. Mommsen.

Die Drucklegung des Theodosianus ist in dem abgelaufenen Jahre stetig fortgeführt worden und ist bis zum 16. und letzten Buch gelangt. Der Satz der ausführlichen Prolegomena hat begonnen. Wenn nicht besondere Hindernisse eintreten, wird das Werk im Lauf des Jahres 1903 zum Abschluss gelangen.

Über den zweiten Band, die Posttheodosische Novelle, berichtet der Bearbeiter Hr. Dr. P. Meyer, er habe für die Ausgabe der Nouellae Theodosianae et Posttheodosianae im Laufe des Jahres 1902 den Text und Apparat der Nouellae Breviarii Alariciani sowie eines Theiles der Nouellae extra Breviarium druckreif fertiggestellt und den Index und die Prolegomena in Angriff genommen.

Geschichte des Fixsternhimmels.

Aus dem Arbeitsbureau trat Dr. Clemens am 31. März aus, um eine Stelle im Berliner Astronomischen Recheninstitut zu übernehmen. Zum Ersatz wurden in der zweiten Hälfte des Jahres verschiedene Hülfskräfte zeitweilig beschäftigt.

Die Eintragungen der Catalogörter sind bei der Epoche 1860 angelangt; mit den Pariser Örtern für diese Epoche werden zugleich die Örter für 1845 nachträglich und diejenigen für 1875 vorweg eingetragen.

Die Gesammtzahl der im Berichtsjahr übertragenen Catalognummern beläuft sich auf etwa 78000. Davon sind etwa 76000 aus 16 im regelmässigen Gange der Arbeit an die Reihe gekommenen Catalogen entnommen, die übrigen theils aus besonderm Anlass vorweggenommen, theils für frühere Epochen nachgetragen.

Das Thierreich.

Bericht des Hrn. Schulze.

Von den beiden im verflossenen Jahre erschienenen Thierreich-Lieferungen enthält die eine, die sechzehnte der ganzen Reihe, die von Hrn. Dr. Kobelt in Schwanheim bei Frankfurt a. M. bearbeiteten

Cyclophoriden, eine Familie jener Lungenschnecken, welche ihr Gehäuse beim Einziehen mit einem Deckel verschliessen können.

Es hat sich herausgestellt, dass bei dieser fast ganz auf die Tropen beschränkten Schneckenfamilie die Zahl der bekannten Formen jetzt bereits über 1800 beträgt, während Linné überhaupt noch keinen Vertreter derselben kannte.

Die siebzehnte Lieferung des Werkes enthält die von Hrn. Sanitätsrath Dr. Pagenstecher in Wiesbaden bearbeitete, ziemlich isolirt stehende Schmetterlingsfamilie der *Calliduliden*, deren Angehörige nur in Asien, Oceanien und Australien zu finden sind.

Die folgende, achtzehnte Lieferung ist im Druck nahezu fertiggestellt und wird die von Hrn. Dr. Hellmayr in Wien ausgeführte Bearbeitung der *Pariden* bringen.

Das Pflanzenreich.

Bericht des Hrn. Engler.

Die Herausgabe des Pflanzenreich schreitet gleichmässig vorwärts und die Zahl der Mitarbeiter nimmt stetig zu.

Im vergangenen Jahr sind 3 Hefte mit einem Gesammtumfang von 41 Druckbogen mit 91 Abbildungen ausgestattet erschienen. Unter diesen 3 Arbeiten ist die umfangreichste die monographische Bearbeitung der *Myrsinaceae* durch Prof. C. Mez in Halle; die Pflanzen dieser Familie sind grossentheils Holzgewächse von nicht sehr charakteristischem Habitus, deren Zugehörigkeit zur Familie durch mikroskopische Untersuchungen zwar leicht, bei oberflächlicher Betrachtung aber schwierig festzustellen ist. So hat sich in den Museen eine grosse Menge unbearbeiteten Materials angehäuft, das nun durch Dr. Mez wissenschaftlich verwerthet worden ist. Die von Prof. Schumann bearbeiteten *Marantaceae* sind zwar nicht so formenreich, wie die Myrsinaceen, aber ihr Studium ist ganz besonders erschwert durch das schlechte und kümmerliche Material, welches sich von dieser Familie in den Herbarien vorfindet und durch den Umstand, dass viele früher in die botanischen Gärten eingeführten Arten seit längerer Zeit aus denselben in Folge von Vernachlässigung verschwunden sind, doch hat es Prof. Schumann verstanden, die Übelstände zu überwinden und die Zahl der bisher bekannten Gattungen mehr als verdoppelt. Das dritte im vergangenen Jahr erschienene Heft enthält die Bearbeitung der *Tropaeolaceae* durch Prof. Buchenau, welcher sich schon lange Zeit mit dieser kleinen auf Südamerika beschränkten Familie beschäftigte.

In den nächsten Wochen erscheinen 3 weitere Hefte, welche die *Eriocaulaceae*, die *Orchidaceae-Pleiandrae* und *Cistaceae* behandeln.

Ausgabe der Werke Wilhelm von Humboldt's.

Bericht des Hrn. Schmidt.

Die Contracte mit den beiden Herausgebern und der Verlagsbuchhandlung B. Behr in Berlin sind im October 1902 endlich abgeschlossen und der Druck alsbald begonnen worden. Band I der von Hrn. Prof. Dr. Gebhardt bearbeiteten Politischen Denkschriften ist fertig, der zweite unter der Presse. Hr. Prof. Dr. Leitzmann hat den ersten Theil der »Werke« im engeren Sinn eingeliefert und wird für ununterbrochenen Fortgang sorgen. Aus der Königlichen Bibliothek in Berlin wurden ihm ausnahmsweise mehrere Handschriften Humboldt's zur Collation nach Jena gesandt. Unser Dank gebührt ferner Hrn. von Schön und Hrn. Prof. Rühl für die Beisteuer werthvoller Briefe. Diese Abtheilung vor Allem bedarf der Mithülfe durch den Nachweis verborgener Blätter.

Humboldt-Stiftung.

Bericht des Vorsitzenden des Curatoriums Hrn. Waldeyer.

Von Prof. Dr. G. Thilenius (Breslau) ist in Fortsetzung seiner Veröffentlichungen über die Ergebnisse der mit den Mitteln der Stiftung ausgeführten Forschungsreise nach Australien, Polynesien und Neu-Seeland eine Abhandlung »Ethnographische Ergebnisse aus Melanesien«, Th. I. Halle 1902 (Nova Acta der Kaiserlichen Leopoldino-Carolinischen Deutschen Akademie der Naturforscher. Bd. 80. N. 1) vorgelegt worden. Weiterhin wurden von ihm veröffentlicht: »Ergebnisse einer Reise durch Oceanien«, Zool. Jahrb. Bd. XVII, 1902, S. 425, worin faunistische Beobachtungen niedergelegt sind. Dr. Carl Zimmer hat die Bearbeitung der von Hrn. Thilenius gesammelten »Cumaceen« eingereicht, s. ebenda Bd. XVII, S. 44, 1902.

Hr. Dr. Ludwig Diels ist von seiner botanischen Forschungsreise nach Südafrica und Westaustralien, welche er noch durch einen Ausflug nach Ostaustralien und Neu-Seeland in wünschenswerther Weise ergänzt hat, heimgekehrt und ist gegenwärtig mit der Ordnung seiner reichhaltigen Sammlungen, welche dem hiesigen Botanischen Garten zugewiesen worden sind, sowie mit der wissenschaftlichen Ausarbeitung seiner Reise-Ergebnisse beschäftigt. Damit hat dies Unternehmen der Stiftung seinen ersten Abschluss erreicht.

Das Stiftungsvermögen ist unverändert geblieben. Für das Jahr 1903 stehen rund 7000 Mark zur Verfügung.

Savigny-Stiftung.

Bericht des Hrn. Brunner.

Von dem Vocabularium Jurisprudentiae Romanae ist das von Hrn. Kübler bearbeitete Schlussheft des ersten Bandes, das den Buchstaben C zu Ende bringt, im October 1902 in Druck gegeben worden. Der Satz ist bis zum 27. Bogen (Artikel competo) vorgeschritten. Voraussichtlich wird das Heft im Herbst des Jahres 1903 erscheinen.

Über die Neubearbeitung von Homeyer's Werk: »Die Rechtsbücher des Mittelalters und ihre Handschriften«, berichten die HH. Dr. Borchling und Dr. Julius Gierke in Göttingen, dass sie sich im verflossenen Arbeitsjahre hauptsächlich mit der Aufsuchung noch nicht verzeichneter Handschriften beschäftigt und behufs Revision der Homeyer'schen Bestände mehrere grössere Bibliotheken systematisch durchgearbeitet oder in Angriff genommen haben.

Bopp-Stiftung.

Bericht der vorberathenden Commission.

Am 16. Mai 1902, als dem Jahrestage der Bopp-Stiftung, hat die Königliche Akademie der Wissenschaften den zur Verfügung stehenden Jahresertrag von 1901 (im Gesammtbetrage von 1350 Mark) dem Privatdocenten Dr. Emil Sieg in Berlin zur Fortsetzung seiner Arbeiten auf dem Gebiete der indischen Philologie zuerkannt. Der Jahresertrag der Stiftung (44900 Mark preussische Consols zu $3\frac{1}{2}$ Procent) beläuft sich zur Zeit auf 1571 Mark 50 Pfennig.

Bericht der Hermann und Elise geb. Heckmann Wentzel-Stiftung.

Bericht des Curatoriums.

Die Arbeiten an der Ausgabe der griechischen Kirchenväter und an dem Wörterbuch der deutschen Rechtssprache sind planmässig fortgegangen. Nähere Angaben enthalten die hier als Anl. I und II folgenden Berichte der Leiter dieser Unternehmungen.

Prof. Philippson hat die zweite der drei in Aussicht genommenen Bereisungen von Theilen des westlichen Kleinasiens ausgeführt und den hier als Anl. III mitgetheilten Reisebericht erstattet.

Auf Antrag der für die Kirchenväter-Ausgabe eingesetzten Commission hat die Stiftung die Bearbeitung eines an diese Ausgabe sich eng anschliessenden Werks: Prosopographia Imperii Romani saec. IV. V. VI. übernommen und der genannten Commission weiter übertragen.

Für 1902 sind der Commission für diess neue Unternehmen 3000 M. bewilligt worden, für die Kirchenväter-Ausgabe 4000 M. Ferner wurden bewilligt: der Commission für das Rechtswörterbuch 5000 M., Hrn. Prof. Philippson für die dritte kleinasiatische Reise 3500 M. und zum Zweck der Bearbeitung des auf den beiden ersten Reisen gesammelten Materials 500 M., endlich Hrn. Prof. Dr. Alfred Voeltzkow in Strassburg zu einer in den Jahren 1903 und 1904 auszuführenden Reise nach Ostafrica und Madagaskar, deren Zweck vornehmlich in dem Studium der Bildung der Korallenriffe des Indischen Oceans bestehen soll, 15000 M.

Aus dem in Folge der vorzeitigen Beendigung der Nyassasee-Expedition durch den Tod des Botanikers Goetze unverwendet gebliebenen Rest des Expeditionsfonds sind zwei grössere auf das Unternehmen bezügliche Veröffentlichungen unterstützt worden: Beiträge zur physischen Anthropologie der Nord-Nyassa-Länder von Dr. F. Fülleborn. Berlin, D. Reimer. 1902, und: Vegetationsansichten aus Deutschostafrica, nach 64 photographischen Aufnahmen von W. Goetze zusammengestellt und besprochen von A. Engler. Leipzig, W. Engelmann. 1902.

Anl. I.

Bericht der Kirchenväter-Commission für 1902.

Von Adolf Harnack.

In dem Jahre 1902 sind der 8. und 9. Band (Theil I) der Kirchenväter-Ausgabe erschienen, nämlich:

Oracula Sibyllina, hrsg. von Geffcken;

Eusebius' Werke, Zweiter Band, Erster Theil, Die Kirchengeschichte Buch I—V, hrsg. von Schwartz, Rufin's Übersetzung Buch I—V, hrsg. von Mommsen.

Im Druck befinden sich drei Bände, nämlich:

Eusebius' Kirchengeschichte, 2. Theil, nebst der Übersetzung Rufin's (Schwartz und Mommsen);

Origenes' Commentar zum Johannesevangelium (Preuschen);

Gnostische Schriften in koptischer Sprache (K. Schmidt).

Von dem »Archiv für die Ausgabe der älteren christlichen Schriftsteller« wurden neun Hefte ausgegeben, nämlich:

Bd. VII Heft 1: Flemming, Henoch, aethiopischer Text;

Bd. VII Heft 2: von Gebhardt, Acta Theclae, lateinisch;

Bd. VII Heft 3: Preuschen, Eusebius' Kirchengeschichte aus dem Armenischen übersetzt;

Bd. VII Heft 4: Sickenberger, die Lukas-Katene des Niketas von Herakleia;

Bd. VIII Heft 1: Geffcken, Composition und Entstehungszeit der Oracula Sibyllina;

Bd. VIII Heft 2: Harnack, Über verlorene Briefe Cyprian's u. s. w., Klostermann, Eusebius' Schrift über die geographischen Namen in der heiligen Schrift, Bonwetsch, Hippolyt's Commentar zum Hohenlied (Übersetzung des grusinischen Textes);

Bd. VIII Heft 3: Gressmann, Studien zu Euseb's Theophanie;

Bd. IX: Heft 1: K. Schmidt, Die alten Petrusakten;

Bd. IX Heft 2: Wrede, Die Echtheit des zweiten Thessalonicherbriefs.

Im Druck befindet sich ein Heft (VIII, 4).

Die Vorarbeiten für weitere Bände der Kirchenväter-Ausgabe sind fortgeführt worden. Grössere Unterstützungen erhielten Klostermann (Reise nach Italien), Faulhaber (Beihülfe zu einer Reise nach Spanien), von Dobschütz (Reise nach England), Bidez (Reise nach England).

Anl. II.

Bericht der Commission für das Wörterbuch der deutschen Rechtssprache für das Jahr 1902.

Von Heinrich Brunner.

Die Commission hat in diesem Jahre abermals den Tod eines ihrer Mitglieder zu beklagen: am 11. September 1902 starb der Geheime Oberregierungsrath Prof. Dr. Ernst Dümmler, den die philosophisch-historische Classe der Akademie am 5. November 1896 in die Commission gewählt hatte.

An Stelle des am 15. August 1901 verstorbenen Geheimen Regierungsraths Prof. Dr. Karl Weinhold hat die Classe in ihrer Sitzung am 11. December 1902 Hrn. Prof. Dr. Gustav Roethe in Berlin als neues Mitglied in die Commission gewählt.

Über die Arbeiten des Jahres 1902 erstattete der wissenschaftliche Leiter des Unternehmens Hr. Schroeder folgenden Bericht.

Bericht des Hrn. Schroeder.

Der Archivbestand hat sich seit der letzten, im April 1901 veranstalteten Aufnahme nahezu verdoppelt, theils durch die zahlreichen neuen Zugänge, über die das untenstehende Verzeichniss berichtet, theils durch die Einordnung älterer Zettelbestände, namentlich solcher an hektographischen Zetteln, deren Vervielfältigung und Einreihung in das Archiv nur allmählich vor sich gehen konnte. Da dem Unterzeichneten ausser dem juristischen Hülfsarbeiter Dr. Adam Rott seit Juli 1901 in der Person des Dr. Gustav Wahl auch ein Deutschphilologe zur Seite stand, so konnte die Verarbeitung der Einläufe und

die Aufarbeitung der älteren Bestände weit erheblicher als früher gefördert werden. Es ist dringend zu wünschen, dass Dr. Wahl, obwohl er seit seiner Anstellung bei der Universitätsbibliothek in Heidelberg in seiner Thätigkeit für das Wörterbuch mehr eingeschränkt ist, auch fernerhin als ständiger Hülfsarbeiter erhalten bleibe. Unter den Zugängen sind die von der schweizerischen Commission unter Prof. Eugen Huber gelieferten, namentlich die Beiträge aus dem deutschrechtlichen Seminar von Prof. Gmür in Bern, wiederum an erster Stelle zu nennen. Die Thätigkeit der schweizerischen Commission hat nunmehr nahezu ihr Ziel erreicht; in Zukunft steht von ihr nur noch eine Nachlese in Aussicht. Unter ihren neuesten Beiträgen befinden sich auch solche aus dem Berner Civilgesetzbuche von 1824—1827, das wegen vieler alterthümlichen Ausdrücke berücksichtigt werden musste, obwohl es über die dem Wörterbuche im allgemeinen gesetzte Zeitgrenze des Jahres 1750 erheblich hinausgreift. Nächst den schweizerischen Beiträgen sind namentlich umfangreiche Beiträge der HH. Dr. Franz Behrend, Dr. von Bulmerincq, Prof. Greiner, Dr. Heerwagen, Prof. His, Dr. Hopf, Rector Theodor Knapp, Landesbibliothekar Prof. Liesegang, Dr. Luppe, Oberlehrer Dr. Scheel, Rechtspraktikant Konrad Sterner und Bürgermeister Dr. Weiss hervorzuheben. Eine Hauptaufgabe wird es demnächst sein, die niederländischen Rechtsquellen für die Zwecke des Wörterbuchs auszuziehen. Durch die freundliche Unterstützung der HH. Fockema Andreae und Verdam in Leiden ist es gelungen, für diese Arbeiten die geeigneten Kräfte in Holland zu gewinnen. Man wird sich dabei im wesentlichen auf die Quellen seit dem 16. Jahrhundert beschränken können, da die älteren Quellen in dem ausgezeichneten Wörterbuche von Verwijs und Verdam bereits vollständig verarbeitet sind. Besondere Fürsorge wird ferner den niederdeutschen und den österreichischen Rechtsquellen, die bisher mehr im Hintergrund gestanden haben, zu Theil werden. Die Excerpirung der Grimm'schen Weistümer ist nahezu vollendet, die der österreichischen in Angriff genommen.

Verzeichniss der im Jahre 1902 ausgezogenen Quellen.

(Die Beiträge der schweizerischen Commission sind mit einem * bezeichnet.)

Aachen, Zeitschrift des Aachen. Gesch. Vereins 1879 ff.: Prof. Liesegang.

Amberger Kanzl. Ordng. v. 1525: M. J. Neudegger, Kanzlei-, Rats- und Gerichtsordnung Friedrichs II. des Weisen als Regierender zu Amberg, München 1887: Dr. von Möller.

Apenrader Skra (15. Jh.), Thorsen, Stadtrechte 155 ff., Stadtrecht von 1514, ebd. 181 ff.: Dr. Luppe.

Archiv für Unterfranken, Arch. des hist. Vereins für Unterfr. und Aschaffenburg 1—8. 22. 24—43: Dr. Weiss in Eberbach a. N.

*Argovia IV (Fortsetzung), IX (Fortsetzung), XIV: Rechtscandidat Keller und Furter (Seminar Gmür).

Augsburg, Chroniken d. deutschen Städte IV und V: Dr. Wahl.
Bamberg, Fürstlich bamberg. Ratsbücher (Hofgerichts-, Rezessbücher, Protokolle) 1484—1512. Hofkammerrechnungen von 1501—1510. (Kreisarchiv Bamberg): Dr. Scheel.
Bamberg, Echtbuch der Stadt B., herausg. von Köberlin, 59. Bericht des hist. Vereins zu Bamberg, 1898 (v. J. 1412—1444): Dr. Scheel.
*Basel, Urkundenbuch IV: Stud. iur. Schürch (Sem. Gmür).
*Basel, Rechtsquellen I: fortgesetzt von Stud. iur. Schürch (Sem. Gmür).
Bergisches Landrecht (Lacomblet Archiv I) und Gerichts-Ordnung von 1537: Prof. Liesegang.
*Bern, CGB. v. 1824—1827: Cand. iur. Raaflaub (Sem. Gmür).
*Bern, Mandatensammlung, Druckexemplar im bern. Staatsarchiv: Stud. iur. Schürch und Amsler (Sem. Gmür).
*Bern, Chorgerichtssatzungen (18. Jahrh.): Cand. iur. Raaflaub (Sem. Gmür).
Blankenh. Landrecht (Maurenbrecher II): Prof. Liesegang.
Boxberg, Oberrh. Stadtr. I S. 780 ff.: Schroeder und Dr. Wahl.
Bremen, Privileg Friedrichs I. 1186: Prof. Frensdorff.
Bretten, Oberrh. Stadtr. I S. 739 ff.: Schroeder und Dr. Wahl.
Brückner, Sammlung zu einer Beschreibung des Kirchen- u. Schulstaates im Herzogt. Gotha, 2 Bde., 1753—1759: Prof. His.
*Bueler, Compendium des eidg. Rechts, 1696: Stud. iur. Meyer (Sem. Gmür).
Bunge, Revaler Stadtr. II—V: Dr. von Bulmerincq.
*Chur, Erbsatzungen der Stadt u. des Hochgerichts, 1740: Stud. iur. Branger (Sem. Gmür).
Dortmund, latein. Statuten: Prof. Frensdorff.
Eger, Stadtgesetze aus den Jahren 1352—1460, her. von Ferd. Khull, 12. Jahresbericht des 2. Stadtgymnasiums in Graz, 1880—1881: Dr. von Möller.
Eichsfelder Urk.-B., bei Wolf, Gesch. des Eichsfeldes: Prof. His.
Ellissen, Einbeck im 16. Jahrh., S.-A. a. d. Zeitschr. des Harzvereins, 27. Jhg.: Dr. von Möller.
Eppingen, Oberrh. Stadtr. I S. 805 ff: Schroeder und Dr. Wahl.
Erfurter Urkund.-B., her. von Beyer, Gesch.-Quellen der Provinz Sachsen, 2 Bde.: Prof. His.
Erfurter Weistümer, her. von Kirchhoff, 1870: Prof. His.
*Fäsi, Staats- und Erdbeschreibung der helvetischen Eidgenossenschaft, I u. II (1768): Stud. iur. Meyer (Sem. Gmür).
Falkenauer Stadtr. (Rietsch, Stadtbuch von Falkenau, 1483—1528, Prag 1895): Dr. von Möller.
Fürstenbergisches Urkund.-B.: Dr. Hopf.
Gartenrecht i. d. Jacobsfjorden, 16. Jahrh., her. von Bendixen u. Krohn i. d. Skrifter af Bergens historiske forening Nr. 1, 1895: Dr. Luppe.
Geldernsches Landr. (Maurenbrecher II): Prof. Liesegang.
*Geschichtsfreund, Schweizerischer, Bd. 37 und 38: Stud. iur. Schnüriger (Sem. Gmür).
Gesellenbuch i. d. Jacobsfjorden (a. d. Gartenrecht i. d. Jacobsfjorden): Dr. Luppe.
Gochsheimer Stadtrecht, Oberrh. Stadtr. S. 751 ff.: Schroeder und Dr. Wahl.
Goslar, Privileg Friedrichs II. von 1219: Prof. Frensdorff.
Grebel, Alex., Gesch. der Stadt Goar, St. Goar 1848, S. 426—562 urkundl. Anlagen: Prof. Liesegang.
Grimm, Weistümer Bd. V vollendet: Dr. Kiener. Nahezu vollendet Bd. II: Rechtspraktikant Sterner. Bd. VI: Prof. Greiner. In Arbeit Bd. I: Dr. Heerwagen.
Günther, Danziger Hochzeits- u. Kleiderordnungen, S.-A. aus d. Zeitschrift des westpreuss. Gesch.-Vereins, Heft 42: Dr. van Vleuten.
Heidelsheimer Stadtrecht. Oberrh. Stadtr. I S. 744 ff: Schroeder und Dr. Wahl.
Heiligenstadt, J. Wolf, Geschichte von H., 1800: Prof. His.
Hesse, Entwicklung der agrarrechtl. Verhältn. im Stift Verden (Abhandlungen des staatswissensch. Seminars zu Halle) Bd. 27: Dr. Th. Knapp, Tübingen.
Hildesheim, Stadtr. von 1249 (Urkund. B. I Nr. 409): Prof. Frensdorff.
Höniger, Kölner Schreinsurkunden d. 12. Jhs., I u. II, Bonn 1884—1894: Prof. Liesegang.

Jena, Urkund.-B. der Stadt J., her. von Martin, I, Thüring. Gesch.-Quellen VI: Prof. His.

Jülich-Bergisches Landr. (Maurenbrecher I): Prof. Liesegang.

*Justinger, Berner Chronik: Stud. iur. W. und Hans Lehmann (Sem. Gmür).

Kieler Erbebuch (1411—1604), her. von Reuter, i. d. Mitteil. d. Ges. f. Kieler Stadtgeschichte: Dr. Luppe.

Kieler Rentebuch (1300—1487) her. von Reuter, a. a. O.: Dr. Luppe.

Kölner Reformation von 1538 (Maurenbrecher II): Prof. Liesegang.

*Konrad von Würzburg, der trojanische Krieg, her. von A. von Keller, Stuttgart 1858, Bibl. des litt. Vereins Bd. 44: Prof. Singer in Bern.

Kurkölnisches Landr. (Maurenbrecher I): Prof. Liesegang.

Kurtrierer Landr. (Maurenbrecher II): Prof. Liesegang.

Lacomblet, Archiv I—V, 1832—1865: Prof. Liesegang.

Lacomblet, Urkund.-B. für die Gesch. des Niederrheins, I—IV, 1840—1858: Prof. Liesegang.

Ladenburg, Oberrh. Stadtr. I S. 658 ff: Schroeder und Dr. Wahl.

*Leu, Eidgenössisches Stadt- und Landrecht,
Bd. II. 1728: Stud. iur. Schürch und Steffen,
„ III. 1730: Stud. iur. Schnüriger,
„ IV. 1746: Stud. iur. Emil Gmür und Alb. Meyer
(sämmtlich Seminar Gmür).

*Livenen, Statuten von 1617—1748, Zeitschr. f. schweiz. R. XII: Stud. iur. Schürch (Sem. Gmür).

Lübeck, Privilegien Friedrichs I. von 1188, Friedrichs II. von 1226, Fragment, Latein. Statut (Hach, Cod. I): Prof. Frensdorff.

Lüneburg, (Kraut, Das alte Stadtr. von L., 1846): Dr. von Möller.

Magdeburger Fragen, her. von J. F. Behrend, 1865: Assessor Dr. Frz. Behrend.

*von Moor (Mohr), Die 18 Erbrechte Graubündens, 1831. Erbsatzungen der Stadt u. des Hochgerichts Chur, 1740. Erbsatz. des Oberen Bundes, 1713: Stud. iur. Branger (Sem. Gmür).

*Mutach Samuel, Substanzlicher Unterricht von Gerichts- und Rechtssachen, Bern, 1709: Stud. iur. Hans König.

Oppenheimer Stadtbuch (Franck, Geschichte d. Reichsstadt O., 1859): Dr. Koehne.

Otfried, Ausgabe von Piper: Dr. A. Rott.

Rheingräfliches Landr. (Maurenbrecher II): Prof. Liesegang.

Sagittarius, Historia Gothana: Prof. His.

Salm-Dycksches Landr. (Maurenbrecher II): Prof. Liesegang.

*Sankt Gallen, Urkund.-B. der Abtei, III und IV (unvollendet): Stud. iur. Emil Gmür (Sem. Gmür).

*Sankt Gallen, Der Stadt Erbrecht u. Satzungen, 1721: Stud. iur. Emil Gmür (Sem. Gmür).

Sauer, Nassauisches Urkund.-B. I 1—3, Wiesbaden 1885—1887: Prof. Liesegang.

Scotti, Sammlg. der Gesetze u. Verordng. i. d. Wied-Neuwiedischen etc. Landesgebieten, Düsseldorf, 1836: Prof. Liesegang.

Seibertz, Quellen der westfäl. Geschichte, I—III, 1857—1869: Prof. Liesegang.

Soest, Altes Recht des 12. Jahrh., Chroniken der deutschen Städte 24: Prof. Frensdorff.

*Solothurner Stadtrecht 1604 (Druck 1717): Stud. iur. Meyer (Sem. Gmür).

Sponheimer Landr. (Maurenbrecher II): Prof. Liesegang.

Stade, Privileg von 1209 (Gengler, Stadtrechte): Prof. Frensdorff.

Statuten des Dorfes Kunitz bei Jena von 1674, Zeitschr. d. Vereins f. thür. Gesch. 6, S. 127 ff.: Prof. His.

Stieda u. Mettig, Schragen der Gilden der Stadt Riga (nunmehr vollendet): Dr. von Bulmerincq.

*Tschudi, Chronikon Helveticum, Ausg. von Iselin: Cand. iur. Raaflaub (Sem. Gmür).

*Uri, Landbuch v. U., Zeitschr. f. schweiz. R. XI: Stud. iur. Schürch (Sem. Gmür).

Urkund.-B. des Klosters Pforte, her. von P. Böhme, I: Prof. His.

Verzeichniss der Einkünfte der Markgrafen von Meissen, 1378 (Dresden, Hpt.-Staats-Archiv): Prof. His.

*Waldkirch, Eidgenössische Bundes- und Staatshistorie, 1757: Stud. iur. W. Haller (Sem. Gmür).

Wendenmuth von H. W. Kirchhof, her. von Oesterley (litt. Verein Stuttgart): Dr. Wahl.
Wetteravia, her. von v. Fichard, I 1828: Dr. Weiss.
Wiesbaden, Das älteste Gerichtsbuch der Stadt W. von 1554, her. von Otto: Dr. Weismann.
Wiesloch, Oberrh. Stadtr. I S. 710 ff.: Schroeder und Dr. Wahl.
Wildenberger Landr. (Maurenbrecher II): Prof. Liesegang.
Württemb. Gesch.-Quellen III u. IV: Dr. Mehring.
Württemb. Vierteljahrs-Hefte für Landesgeschichte, Neue Folge I bis XI, 1 (1892—1902): Dr. Nehring.
*Zehngerichtenbund, Landsatzungen von 1650, Zeitschr. f. schweiz. R. XI: Stud. iur. Branger (Sem. Gmür).
*Zeller-Werdmüller, Zürcher Stadtbücher I u. II: Cand. iur. Leemann (Sem. Gmür).
*Zellweger, Appenzellisches Urkund.-B. I bis VII: Stud. iur. Hans Juchler (Sem. Gmür).
Zentbücher, fränk., Rockinger, Fränkisch-wirzburgische Zentb., Münchener Sitz.-Ber., Histor. Klasse, 1872: Dr. Weiss, Eberbach.
Zeitschr. f. d. Gesch. des Oberrheins, I u. Neue Folge XIII bis XV: Dr. Theod. Knapp, Tübingen.
Zuzenhausen, Oberrh. Stadtr. I S. 725 ff.: Schroeder und Dr. Wahl.

Anl. III.

Vorläufiger Bericht über die im Sommer 1902 ausgeführte Forschungsreise im westlichen Kleinasien von Prof. Dr. A. Philippson.

In diesem Sommer wurde die Untersuchung des westlichen Kleinasiens (s. diese Berichte 1902, S. 68—72) durch eine fast viermonatliche Bereisung der nördlich und östlich an die bisher aufgenommenen Gebiete sich anschliessenden Landschaften fortgesetzt. Das diessjährige Arbeitsfeld umfasste den grössten Theil des Vilajets Brussa, und zwar umgrenzt im Westen und Süden durch die Grenze des Vilajets, im Norden durch die Linie Panderma–Mihalitsch–Brussa–Inegöl–Eskischehr, im Osten durch die Linie Eskischehr–Kutahia–Afiun-Karahissar–Tschivril. Es ist also im wesentlichen: 1. der zum Marmara-Meer abfliessende Theil Kleinasiens, mit Ausnahme der nordwestlichen Ecke am Hellespont (Ida-Gebirge und Troas), die bereits einigermassen bekannt ist, sowie mit Ausnahme eines schmalen Küstenstrichs von Panderma östlich bis zum Bosporus — im ganzen entspricht dieser Theil der alten Landschaft Mysien; 2. der westlichste Theil des centralen Hochlandes um die Oberläufe des Tymbres (Porsuk), Hermos (Gedis) und Mäander, oder der westliche Theil des alten Phrygien. Im ganzen wurde dieses etwa 35000^{qkm} grosse Gebiet in der Zeit vom 2. April bis 23. Juli auf Reisewegen von über 2600^{km} Länge zu Pferd und zu Fuss durchzogen.

Dank der Befürwortung der Kaiserlich Deutschen Botschaft wurde die Reise seitens der türkischen Regierung in keiner Weise behindert, sondern im Gegentheil durch offene Empfehlungsschreiben sowie durch Mitgabe des auf den früheren Reisen bewährten Gensdarmen zuvorkommend unterstützt. Die ersten zweiundeinhalb Monate der Reise in Mysien erfreute ich mich der Gesellschaft des Abtheilungsdirectors

der Königlich Preussischen Museen Dr. Th. Wiegand, der diese Landschaft zu archäologisch-topographischen Zwecken bereiste.

Am 2. April landeten wir, von Constantinopel kommend, nach einem kurzen Besuch in Mytilene, in Aïvaly an der Westküste, wo unsere Karawane uns bereits erwartete. Das von Ingressionsbuchten ungemein reich gegliederte, daher landschaftlich äusserst reizvolle Hügelland von Andesiten und Tuffen um diese wohlhabende griechische Hafenstadt, sowie der vorwiegend aus neogenen Süsswasserablagerungen bestehende fruchtbare Küstenstrich von hier bis Edremid beschäftigte uns einige Tage; dann begann am 8. Tage die erste Querreise durch das westliche Mysien von Edremid nach dem grossen Bergwerke von Balia Madén (silberhaltiger Bleiglanz und Zinkerze), wo in dem dortigen Carbon und der Trias einige Aufsammlungen gemacht wurden; dann westwärts bis zu den Vorketten des Ida bei Karaïdin und über das neogene Braunkohlen ausbeutende Bergwerk Manjilik zum grossen Tieflands-See von Manias, wo ein vor 150 Jahren eingewanderter Kosackenstamm, der seine Sprache und Religion treu bewahrt hat, die ergiebige Fischerei betreibt; und endlich zur lebhaften Hafenstadt Panderma am Marmara-Meer, von wo aus die Halbinsel von Kyzikos, der Kapu Dag, besucht wurde. Am 24. April wandten wir uns von Panderma wieder südwärts durch bisher fast unbekanntes Hügelland nach Jvrindi und Balukeser, der ansehnlichen, fast rein türkischen Bezirkshauptstadt; von hier (1. Mai) wiederum nach NO über die Pandermit- (Borax-) Gruben von Sultantschair nach Susurlu, wo der wasserreiche Makestos (Simautschai) die Küstenlandschaft betritt; dann zum zweiten Mal südwärts durch das ganze Mysische Gebirge über Kebsud nach Syndyrgy an der Wasserscheide gegen das Hermos-Gebiet. Nun wurden (vom 8. Mai an) auf mehrfachen Zickzackwegen von Syndyrgy im Westen bis gegen Simau im Osten, von Balat im Norden bis Demirdji im Süden die höheren Gebirge durchkreuzt, welche die breite Thallandschaft des obern Simautschai umgeben und zwischen Mysien und Lydien eine wirkungsvolle Schranke aufrichten. Sie gipfeln in dem über 2000^m hohen, dicht bewaldeten Ak Dag, nordwestlich von Simau. Von dieser Stadt wurde am 18. Mai der Rückweg nach Norden angetreten, der uns über Emed und den ebenfalls 2000^m hohen Erigös Dag, die grossen Chromitgruben von Daghardi, die abgelegenen Flecken Harmandjik und Beidje in der Landschaft Adranos, endlich über die westlichen Ausläufer des Mysischen Olymp am 25. Mai nach Brussa führte. Nach einigen Tagen Rast in der paradiesisch schönen, in Natur wie Kunst reichste Anregung bietenden alten Sultansstadt machten wir vom 30. Mai bis 9. Juni eine Rundreise durch den mittlern Theil Mysiens, der bisher von uns umgangen war: die Umgebung

des Sees von Apollonia (Abulliond) und das Gebirge südlich davon bis gegen Balat. Dr. Wiegand schloss damit seine Reise ab, während ich nach einem kurzen Aufenthalt in Constantinopel am 17. Juni mich von Brussa aus wieder ins Innere wandte. Zunächst wurde der über Brussa majestätisch aufragende Mysische Olymp bestiegen und dann nach SO über Tauschanly nach Kutahia marschirt und damit das centrale Hochplateau erreicht (22. Juni). Von hier zog ich nochmals nach Norden, westlich an Eskischehr vorbei über den Rand des Hochlandes hinab in das tiefe Becken von Inegöl und über die östlichen Ausläufer des Olymp wieder zurück nach Kutahia (30. Juni). Auf einer zweiten Rundreise von Kutahia aus wurde in südwestlicher Richtung das alte Aizanoi mit seinem trefflich erhaltenen römischen Tempelbau und das malerisch an einer Engschlucht des obern Hermos gelegene Städtchen Gedis erreicht und von hier das westlich gelegene Hochgebirge des Ak Dag (nicht zu verwechseln mit dem Ak Dag bei Simau) sowie der östlich gelegene Murad Dag, beide über 2000m, bestiegen, von letzterm aus in südlicher Richtung über Uschak und die Hochtafel des Banas-Flusses nach Ischikli im oberen Mäandergebiet gezogen, dem südlichsten Punkt der Reise. Nordwärts durch den Ahar Dag und die östlichen Ausläufer des Murad Dag zurückkehrend, langte ich am 16. Juli wieder in Kutahia an. Ein letzter Ritt über das Hochland und kleinere daraus aufragende Gebirge brachte mich nach Afiun-Karahissar, von wo ich am 23. Juli mit der Anatolischen Bahn nach Constantinopel abreiste.

Von den Ergebnissen der Reise sei zunächst der Bau des gefalteten Grundgebirges in kurzen Worten geschildert, soweit diess vor der genaueren Durcharbeitung, vor allem vor der kartographischen Darstellung der Aufnahmen möglich ist.

1. In Mysien schliesst sich an das Ida-Gebirge östlich eine Zone an, wo das hier freilich nur in inselförmigen Massen unter den jüngeren Gebilden zu Tage tretende Grundgebirge aus Kalken, Schiefern und Grauwacken besteht, in denen nordnordöstliches Streichen vorherrscht. Sie gehören zum Theil sicher dem Carbon an. Hier liegen die fossilreichen carbonischen Kalke von Balia Madén, an die sich, wie bekannt, auch ein ganz isolirtes Vorkommen der oberen Trias anschliesst. Wir haben hier die Fortsetzung der im vorigen Bericht unter 1. aufgeführten carbonreichen Zone des Kaïkos-Gebietes vor uns.

2. An einer Linie, die man von der Küste des Marmara-Meeres, westlich der Kyzikos-Halbinsel, mit südlicher, etwas nach Ost abweichender Richtung westlich vom Manias-See über Balukeser nach Syndyrgy ziehen kann, beginnt eine ganz andere Streichrichtung. Vom Manias-See bis Syndyrgy finden wir eine verhältnissmässig

schmale Zone von Kalken, Thonschiefern, Grauwacken mit eingelagerten Grünsteinen, die vermuthlich der Kreideformation zugehören dürften, dazu halbkrystalline Thonglimmerschiefer und Halbmarmore, die überwiegend NW und NNW streichen.

Weiter östlich vordringend, gelangen wir unweit östlich des Makestos bald in eine grosse zusammenhängende Region, in der nahezu westliches Streichen, bald nach WSW, bald nach WNW abweichend, herrscht. Diese Region erfüllt den ganzen Raum zwischen dem Marmara-Meer und dem obern Lauf des Simautschai, bezüglich dem südlich davon hinziehenden Kamm des Temnos-Gebirges, der Wasserscheide gegen das Hermos-System.

Gehen wir in dieser Region von Nord nach Süd, so lassen sich wieder mehrere Zonen unterscheiden.

3. In der Halbinsel von Kyzikos finden wir zunächst mehrere Granitmassen, umlagert von Gneissen und Hornblendeschiefern, an die sich auf dem Festlande halbkrystalline Phyllite und Kalke mit westlichem Streichen anschliessen.

4. Dann folgt landwärts zu beiden Seiten des Apollonia-Sees eine Zone mesozoischer Sedimente. In dem lithographischen Kalk von Mihalitsch fand ich Belemniten, die, nach gefälliger Bestimmung von Hrn. Prof. Jaekel, dem obern Jura angehören dürften. Sonst treten Rudistenkalke der oberen Kreide in typischer südalpiner Facies (nach Jaekel), in Verbindung mit paläozoisch aussehenden Schiefern, Grauwacken und Grünsteinen auf. Nach den vorhandenen Angaben scheint sich diese mesozoische Zone in Bithynien weithin nach Osten fortzusetzen und in die Gebirge im Süden des Schwarzen Meeres einzutreten. Ihr gehört wohl auch der von Toula aufgefundene Muschelkalk am Golf von Ismid an.

5. Über diese Zone erhebt sich südwärts der lang von WNW nach OSO gerichtete, an 2500^{m} hohe Rücken des Mysischen Olymp: ein Kern von Granit, bedeckt und umlagert von Marmoren, Gneissen und Glimmerschiefern. Diese krystalline Zone des Olymp habe ich nach OSO bis in die Gegend von Inönü verfolgen können. Westlich von Brussa schneidet sie ab, und hier tritt die mesozoische Zone in unmittelbare Berührung mit der nächstfolgenden.

6. Es ist das ein breiter Gürtel, der fast den ganzen Raum zwischen dem Olymp im Norden, der Gegend von Balat, Erigös und Kutahia im Süden einnimmt und im Westen fast den Makestos erreicht, wo er an der erwähnten, nordwestlich streichenden Schiefer-Grauwackenzone abschneidet. Charakteristisch für diesen Gürtel sind die mächtig entwickelten Serpentine, bezüglich serpentinisirten Gabbros, Diorite und Amphibolite, die in enger Verbindung mit halbkrystallinen

Phylliten, chloritischen Schiefern und dergleichen, aber auch wieder mit paläozoisch aussehenden, leider fossilleeren Grauwacken, Thonschiefern, Grünsteinen und Kalken und besonders eisenschüssigen Hornsteinen auftreten, die ich, nach Analogie der Verhältnisse am Apollonia-See sowie der ganz gleichartigen Gesteine in Ostgriechenland, der Kreide zurechnen möchte. Es scheint also, dass diese Serpentine hier theils der metamorphischen Gruppe, theils der Kreideformation zugehören. Von den neogenen Schichten werden sie aber stets discordant überlagert. Diese Serpentine enthalten die bekannten zahlreichen, zum Theil überaus reichen Lager von Chromeisen, die besonders in der Gegend von Daghardi ausgebeutet werden; ferner enthalten sie Magnesit, während die sie bedeckenden, vorherrschend aus Serpentinschutt bestehenden Conglomerate in der weiteren Umgegend von Eskischehr den Meerschaum in Knollen und Klumpen führen. Dagegen ist der Boden überall auf dem Serpentin äusserst unfruchtbar und dürftig bewachsen. Die Serpentinzone scheint sich ebenfalls weit nach Osten über Eskischehr hinaus zu erstrecken.

Innerhalb der Serpentinzone erscheinen nicht nur die erwähnten Schiefer, Grauwacken und metamorphischen, sondern auch echt krystalline Gesteine in breiteren Streifen und Massen, vor allem in einem Strich, der von Dumanidj westlich durch Adranos gegen Susurlu zieht und die ganze Serpentinzone in einen schmälern nördlichen und breitern südlichen Streifen zerlegt. In diesem krystallinen Strich treten wieder mehrere grössere Granitmassive auf; eines in der Landschaft Adranos hebt sich nicht orographisch hervor, während die zackige Dischkaja bei Odaköi und der breite Tschataldag (südöstlich von Susurlu) sich über die Umgebung erheben. Ein anderes Granitmassiv, ebenfalls orographisch nicht hervorragend, liegt weiter westlich zwischen der nordwestlich und nordöstlich streichenden Sedimentärzone, bei Ilidjaköi östlich von Balia.

7. Südlich von der grossen Serpentinzone werden die Verhältnisse verwickelter. Im westlichen Theil, am obern Simautschai, treten im Alatscham und Ak Dag annähernd westlich streichende krystalline Schiefer auf, aus denen sich im Erigös Dag wieder ein mächtiger Granitstock erhebt. Südlich vom Simauthal gelangen wir dann zum langen Wall des Temnos. Gegen dieses Thal, also nach Norden, wendet er einen Steilabfall, einen Bruchrand, wieder aus krystallinen Schiefern, aber gekrönt von einer Decke von Neogen, die flach nach Süd einfallend den ungemein sanften Südabhang dieses Gebirges bildet. Die krystallinen Schiefer des Temnos streichen aber schräg zu jenem Bruchrand nach NO! Sie gehören bereits der grossen krystallinen Masse an, die sich von hier südwärts bis zum Mäander erstreckt

und die ich als lydische krystallinische Masse bezeichnen möchte.

8. Weiter nach Osten aber finden wir südlich der grossen Serpentinzone, zwischen Emed, Tauschanly und Kutahia einerseits, bis gegen Afiun-Karahissar andererseits, ein Gewirr kleinerer, über das Tafelland neogener Schichten aufragender Gebirgszüge aus halbkrystallinen Schiefern und Marmoren, unbestimmbaren Thonschiefern, Grauwacken und Kalken, zum Theil auch wieder jenen grünsteinreichen Grauwacken, die vermuthlich der Kreide angehören. Sie zeigen wirre Streichrichtungen, die zwischen NO, NW und West schwanken. Gegen Osten und gegen Afiun-Karahissar hin scheint sich aber wieder regelmässigeres NW-Streichen einzustellen, das dann, nach von Bukowski, die ganze Gebirgswelt im Süden dieser Stadt — die Enden des Taurischen Bogens — beherrscht.

9. Am Südrande jenes wirren Gebietes erhebt sich aber wieder ein regelmässiger Zug, der sich aus den beiden Hochgebirgen Ak Dag (bei Gedis) und Murad Dag zusammensetzt. Um einen Kern von krystallinen Schiefern und Kalken legen sich wieder halbkrystalline und Sedimentgesteine, wiederum mit mächtigen Serpentinmassen und mit ausgesprochenem WNW-Streichen. Dieser Gebirgswall bildet die Grenze gegen das neogene Tafelland des Banas-Flusses, jenseits dessen im Süden ich die Ausläufer der NW streichenden Taurus-Ketten bei Ischikli berührt habe. —

Das Gesagte lässt sich wohl ohne zu grosse Kühnheit folgendermassen zusammenfassen. In unserem Gebiet streichen aus dem Innern Kleinasiens Faltenzonen in vorwiegend westlicher Richtung heraus. Ein nördliches Bündel, bis zur grossen Serpentinzone einschliesslich, kommt aus dem Gebiet nördlich der grossen centralen lykaonischen Senke her, bildet also die Fortsetzung der Gebirge im Süden des Schwarzen Meeres. An der Linie, die ungefähr durch die Orte Kutahia, Tauschanly, Balat bezeichnet ist, schmiegen sich diesem Bündel andere Züge an, die aus dem System der Tauruskctten südlich von Afiun-Karahissar sich ableiten und, mit stellenweise lebhafter Zerknitterung, hier ebenfalls die westliche Richtung einschlagen. Sie umschlingen die grosse krystalline Masse Lydiens, deren Verhältniss vorläufig dunkel bleibt, solange ihre Südgrenze nicht näher erforscht ist, eine Aufgabe, die ich im nächsten Jahre in Angriff zu nehmen denke.

Diese aus dem Innern Kleinasiens kommenden Züge enden in der Nähe des nördlich strömenden Makestos oder Simautschai und an dem Manias-See: vor ihre Enden legt sich ein nordwestlich streichender Sedimentzug, an den sich wiederum eine NNO streichende Sedimentzone anschaart. Die Grenzlinie zwischen diesen beiden letzteren

Zonen kann man als die Axe der Schaarung der pontischen und Tauruszüge einerseits, der Falten des ostägäischen Gebirges andererseits bezeichnen. Sie verläuft, wie schon gesagt, westlich von der kyzikenischen Halbinsel und dem Manias-See über den Granitstock von Ilidjaköi, über Balukeser und Syndyrgy gegen die NW-Ecke der lydischen Masse. —

Das geschilderte Grundgebirge ist hier wie in dem im vorigen Jahre bereisten Gebiete in weitestem Umfange von jungtertiären Ablagerungen bedeckt, und zwar von den schon im vorigen Berichte beschriebenen Süsswasserbildungen: Kalken, Mergeln und Sanden mit dürftigen Schnecken und Unionen, sowie mit Braunkohlenflötzen und Blattabdrücken. Zu oberst wird dieses ungemein mächtige System vielfach von groben Schottern gekrönt, die sich namentlich in der Nähe der aufragenden Gebirgsstöcke einstellen. Die Bestimmung der Pflanzenreste hat Hr. Prof. Engelhardt (Dresden) gefälligst übernommen; nach einer vorläufigen Mittheilung hat er aus meinen Aufsammlungen von der Kohlengrube Manjilik (bei Balia) etwa zwanzig Arten bestimmen können, und zwar weisen dieselben auf Obermiocän hin; die spärlichen Blattabdrücke von anderen Fundorten widersprechen dem nicht. Dagegen hat Hr. Dr. P. Oppenheim (Charlottenburg), der die Fauna des Jungtertiärs zu bearbeiten sich gütigst bereit erklärt hat, bisher nur Formen gefunden, welche für Pliocän (pontisch oder levantinisch) sprechen. Doch hat die Untersuchung erst begonnen.

Zu diesen neogenen Sedimenten gesellen sich ausgedehnte und mächtige, gleichalterige vulcanische Bildungen: buntfarbige Tuffe, sowie Stöcke, Gänge und Decken von Eruptivgesteinen, zumeist andesitischer Natur. Diese vulcanischen Gesteine sind — ebenso wie diess weiter südlich der Fall ist — besonders massenhaft im westlichen Theil des Gebietes, in Mysien, während sie nach Osten zu mehr und mehr zurücktreten und sich auf enger umgrenzte vulcanische Gebirgsgruppen beschränken, wie den Ahar Dag, die Höhen um Afiun-Karahissar u. a. m., ohne doch in irgend einem grössern Gebiete ganz zu fehlen. Auffallend ist in den westlichen Landschaften die weitgehende Silification sowohl der Tuffe wie der festen Eruptivgesteine; dieselben sind dort oft auf weite Strecken in buntfarbige Kieselmassen (Jaspis, Halbopal) verwandelt, die vielfach die ursprüngliche Natur des Gesteins gar nicht mehr erkennen lassen.

In der Lagerung dieser jungtertiären Gebilde macht sich auch hier der äusserst wichtige Gegensatz geltend, der schon im vorigen Bericht hervorgehoben wurde. Im Westen, in Mysien, etwa bis zum Meridian von Brussa reichend, sind sie meist stark gestört, in wirrer Weise aufgerichtet, weiter östlich dagegen liegen sie — von kleineren

Störungen abgesehen — horizontal. Dieses Verhalten der neogenen Decke ist in erster Linie massgebend für die Oberflächengestalt, weit mehr noch, als der Bau des Grundgebirges: auf dem Gegensatz zwischen gestörtem und ungestörtem Neogen beruht der Gegensatz zwischen dem zerschnittenen, mannigfaltig gestalteten Gebirgs- und Hügelland des Westens und der ebenflächigen Tafellandschaft des inneren Hochlandes. Dazu kommt freilich ein ebenso eingreifender klimatischer Gegensatz.

Mysien ist ein ungemein unübersichtliches Hügelland, ein Gewirr von sanften Wellen und Kuppen und labyrinthischen Thalfurchen. Vulcanische Gesteine und Tuffe sowie Neogen walten vor; hier und da ein Aufbruch des Grundgebirges. Die grössten Höhen überschreiten nicht 1300^m^. Nur im Südosten, an dem obern Simautschai, lagert sich eine Gruppe von höheren Gebirgen: der sanfte Rücken des Alatscham Dag (1500^m^, krystalline Schiefer); Ulus Dag (1700^m^) und Ak Dag (2000^m^, Andesite über krystallinischen Kernen); Erigös Dag (2000^m^, Granitstock); Temnos-Kamm (1500^m^). Vor dem mysischen Gebirge liegt im Norden eine langgezogene Tieflandssenke, die wieder aus einzelnen kleineren, durch niedrige Hügel getrennten Becken besteht, jedenfalls tektonischen Ursprungs. Die Senke enthält die Seen von Manias und Abulliond, setzt sich dann weiter nach Osten in den Beckenebenen von Brussa und Inegöl fort. Sie wird von dem Meere wieder durch eine Küstenkette getrennt.

Die häufigen Nordwinde, vom Marmara- und Schwarzen Meer kommend, schütten reichliche Niederschläge über die Küstenregion, besonders aber über das nach Süden ansteigende mysische Bergland aus. Die grossen Flüsse Aisepos, Tarsios, Makestos und Rhyndakos, von denen die drei letzten sich bei Mihalitsch zu einem schiffbaren Strome vereinigen, führen sehr bedeutende Wassermassen zum Meere. Im April und zum Theil noch im Mai wurden wir hier durch tüchtige Landregen und noch mehr durch häufige dichte Verhüllung der Gebirge behindert, und im Juni giengen an der Nordseite des Olymp fast täglich heftige Gewitter nieder. Es scheint, dass in Mysien eine sommerliche Trockenzeit kaum besteht.

Demzufolge ist der Boden tiefgründig zersetzt. Ein mächtiger Verwitterungslehm bereitet der geologischen Untersuchung die grössten Schwierigkeiten. Die anstehenden Felsen und die Blöcke sind von dichten Flechten überkrustet. Fruchtbare Äcker und Wiesen steigen selbst an steilen Gehängen hinauf; zahlreiches und treffliches Rindvieh wird gezogen, wogegen das Kleinvieh verhältnissmässig zurücktritt; ausgedehnte Maulbeerpflanzungen dienen der hoch entwickelten Seidenzucht dieses Gebietes, die in Brussa ihren Mittelpunkt hat. In den entlegeneren und höheren Theilen dehnen sich die herrlichsten

Waldungen oft tagereisenweit aus: sie bestehen zumeist aus Schwarzkiefern (*Pinus Laricio* oder ihr nahestehende Arten) und Buchen, beide oft in majestätischem Wuchs. In diesen Wäldern, von denen einige, wie besonders am Ak Dag bei Simau, kaum von Menschen betreten werden, hausen zahlreiche Wildschweine und Bären. Die Buchen gehen höher hinauf in den Gebirgen als die übrigen Bäume, bis zur Waldgrenze, die bei etwa 1900^{m} liegt. Es ist bemerkenswerth, dass die Buche weiter südwärts sich verbreitet als man bisher annimmt, freilich sich in immer grössere Höhen zurückziehend. Noch am Nordabhang des Temnos und des Murad Dag kommt sie vor; das ist ungefähr dieselbe geographische Breite (39°), die sie auch in Griechenland erreicht. Die Weiss-Tanne dagegen ist auf den Olymp und seine Umgebung und auf den Tschataldag beschränkt.

So ist der ganze Habitus der Landschaft, die Vegetation, und ebenso zahlreiche Züge in den Siedelungen und der Wirthschaft der Bewohner in Mysien ebenso verschieden von der mediterranen Seite Kleinasiens wie von den Steppen des centralen Hochlandes und erinnert vielmehr an mitteleuropäische Verhältnisse. Gegen die Küste des Marmara-Meeres wird freilich die Landschaft etwas dürrer, und an der Küste selbst stellt sich auch mediterrane Vegetation, Oliven und immergrüne Maquien, ein.

Überschreiten wir von Norden kommend den Rücken des Olymp oder seiner östlichen Verlängerungen, oder steigen wir von Westen her aus dem zerthalten Mysien, aus dem Thale des Rhyndakos, ostwärts hinauf, so betreten wir im Phrygischen Hochlande eine durchaus anders geartete Landschaft.

Weithin dehnen sich die ebenflächigen Tafeln horizontal geschichteter, blendend weisser Neogenablagerungen aus, mit einer Höhe von 900—1100 m ü. d. M. Hier und da erheben sich aus ihnen vulcanische Massen oder Züge des Grundgebirges, theils als inselförmige isolirte Stöcke, theils als längere Rücken. In der Umgebung dieser Stücke des Faltengebirges sind vielfach die sonst ebenen Neogenschichten steil aufgerichtet, als ob die einst zusammenhängende Decke derselben von unten her durchstossen wäre durch die aufsteigenden Gebirgsklötze. Doch geschah dieses relative Aufsteigen an Brüchen; die Faltung ist hier älter als das Neogen und wird stets von diesem discordant überlagert. An anderen Stellen lagern sich die Neogenschichten ungestört gegen die Flanken der Inselgebirge. An vielen Stellen wird auch unter dem Neogen das Grundgebirge durch die Erosionsthäler erreicht, oder aber es tritt auch an der Oberfläche des Tafellandes selbst hervor, ohne eine orographische Erhöhung zu bilden. In diesem Falle ist also die Oberfläche des Grundgebirges eine Denudations-

fläche, zugleich nur ein Theil der Oberfläche des ungestörten Tafellandes.

Die Phasen der Entwickelungsgeschichte sind also die: Faltung des Grundgebirges, Überdeckung der denudirten Oberfläche desselben durch die neogenen Süsswasser-Ablagerungen, zugleich Abtragung mancher noch aufragender Inseln des Grundgebirges bis auf dasselbe Niveau der Neogentafel, während andere Inseln als aufragende Massen bestehen blieben: später relatives Aufsteigen anderer, von Brüchen umgrenzter Stücke des Grundgebirges mit Hinaufzerrung benachbarter Theile der Decke. Dieser letztere Vorgang war wahrscheinlich gleichzeitig mit dem Aufsteigen des anatolischen Hochlandes zu bedeutender Meereshöhe einerseits, der starken Zertrümmerung und Absenkung des Neogen in der ganzen Umgebung des Aegäischen Meeres und im westlichern Kleinasien andererseits. In den ägäischen Theilen Kleinasiens war, wie ich schon im vorigen Bericht bemerkte, diese Zertrümmerung des Neogen sogar mit Faltung verbunden.

Im phrygischen Hochlande, südlich vom Olymp, vermögen die Inselgebirge den Tafellands-Charakter zwar zu unterbrechen, aber nicht ihn zu verwischen. Die bedeutendsten dieser Gebirge sind, wie schon erwähnt, der Ak Dag bei Gedis (2000^{m}) und der Murad Dag (2250^{m}).

Der Gegensatz zu Mysien ist in jeder Hinsicht der schärfste. Langsam schleichen die wasserarmen Plateauflüsse hin. Ihre Thäler sind nicht tief, wenn auch zuweilen eng, ja cañonartig eingeschnitten; Neigung zur Bildung von senkrechten Tafelwänden wie von Tafelbergen und »Zeugen« ist dem horizontalen Neogen eigenthümlich. Manche Thäler dagegen, mit noch schwächeren Gewässern, sind breite verschwommene Mulden. Im Winter herrscht auf dem Hochlande oft langer und starker Frost, und dass heftige Schneefälle vorkommen, bezeugen die Schneepflüge und Schneezäune der Anatolischen Bahn. Die Niederschläge sind aber im allgemeinen auf dem Tafelland gering. Im Norden hält der Olymp und seine östliche Verlängerung die Feuchtigkeit des Schwarzen Meeres zurück. Im Juni sah ich wiederholt dichte Wolken von Norden her über den Kamm herüberwallen, die sich im Süden desselben alsbald zertheilten, so dass die Himmelsbläue des innern Tafellandes nicht getrübt wurde. Die Luft ist im Sommer hier sehr trocken, die Sonnenbestrahlung am Tage oft äusserst intensiv, während doch die Schattentemperatur sich in mässigen Grenzen hält (ich habe sie im Juli 33° nicht übersteigen sehen). Des Nachts erfolgt starke Abkühlung, die Morgen sind daher köstlich frisch (z. B. 4. Juli $5\frac{1}{2}^{h}$ V. $9\frac{1}{2}$°; 16. Juli 5^{h} V. 8°!; 19. Juli 6^{h} V. $9\frac{1}{2}$°, 3^{h} Nachm. $28\frac{1}{2}$°; 21. Juli $5\frac{1}{4}^{h}$ V. 12°, 4^{h} Nachm. 33°; alles in ziemlich gleicher Höhe). Manche Tage, an denen der Nordwind kräftig bläst, sind sogar durchaus kühl.

So überstieg die Temperatur am 14. und 15. Juli nicht 19°. Diese Verhältnisse des anatolischen Hochlandes im Hochsommer sind für das Reisen die denkbar günstigsten.

Die Sommerdürre fand ich Mitte Juni auf dem phrygischen Tafellande bereits vollkommen ausgeprägt. Es gibt hier also keine starken Regen im Vorsommer, wie man diess für das anatolische Hochland vielfach vorausgesetzt hat: jedenfalls in diesem Jahre war davon nichts zu merken.

Wenn man aber an den über die Tafel aufragenden höheren Gebirgen aufsteigt, so kann man auch im Juli gewaltige Gewittergüsse erleben, die zuweilen furchtbare Verheerungen in den Thälern anrichten.

Die Dürre des Sommers und die Kälte des Winters prägen dem Tafellande seinen Charakter auf; sie vermindern die chemische Verwitterung und damit die Bildung tiefgründigen Bodens auf dem anstehenden Gestein, sie verhindern den Baumwuchs. Wenn man von den üppigen Wäldern und Wiesen Mysiens und des Olymp sich gegen Kutahia hin bewegt, verändert sich fast kilometerweise die Landschaft. Der Baumwuchs wird dürftiger und geht in Gebüsch, endlich in niederes, weitständiges Gestrüpp über; auch dieses weicht in der nördlichen und nordwestlichen Umgebung Kutahias echter Gras- und Krautsteppe, die bereits im Juni die gelbröthliche Farbe der Dürre angenommen hatte, aus der die schneeweissen anstehenden Neogenschichten hervorleuchten. Die Steppe ernährt grosse Herden der Angoraziege, des charakteristischen Culturthieres des anatolischen Hochlandes, während der Ackerbau sich auf die Thalböden und Plateaumulden zurückzieht, wo er freilich einen ausgezeichneten Getreideboden findet. Ausgebreiteter ist der Getreidebau wieder zwischen Kutahia und Afiun-Karahissar, doch ist auch hier das Tafelland baumlos.

Sobald man aber an den Inselgebirgen ansteigt, welche den über das Tafelland wehenden Winden wieder einige Feuchtigkeit entziehen und im Sommer Gewitter erzeugen, wird die Vegetation wieder kräftiger. Sofort stellt sich wieder Buschwerk ein, das dann in höheren Lagen in Kiefernwald übergeht; üppiger Gras- und Kräuterwuchs beginnt, Quellen und Bäche sprudeln selbst im Sommer. Auf dem Murad Dag fand ich Mitte Juli noch Schneeflecke in 2000^m Höhe. —

Nachdem neuerdings durch Cvijić auf den höheren Gebirgen der Balkanhalbinsel die Anzeichen ehemaliger Vereisung nachgewiesen sind, ist die Frage von besonderer Bedeutung, wie weit sich auch in Kleinasien Gletscherspuren zeigen. Ich habe sie denn auch an der Nordseite des mysischen Olymp in schönster Deutlichkeit, wenn auch geringem Umfange, gefunden. Am Nordabhang des westlichen Theiles des

Kammes treten typische Kare mit vorgelagertem Endmoränenwall auf. Ihre Böden liegen etwa 200^{m} unter dem an 2500^{m} hohen Kamm und enthielten kleine Wasseransammlungen, Mitte Juni auch noch bedeutende Schneemassen. Ich habe leider die östlicheren Theile des Kammes nicht besuchen können, doch dürften dort noch mehrere zu finden sein, wie aus dem Vorhandensein eines Hochsees, Karagöl, zu schliessen ist. An dem Südabhang des Olymp fehlt jede Spur von glacialen Formen oder Ablagerungen, ebenso in geringeren Höhen des Nordabhanges.

Ebenso fand ich am Nordabhang des 2000^{m} hohen Ak Dag (bei Simau) karähnliche Formen mit kleinen Seen, etwa 300^{m} unter dem Kamm; jedoch war bei der dichten Bewaldung ein Urtheil über den glacialen Charakter nicht mit Sicherheit zu fällen. Die ebenso hohen Erigös Dag und Ak Dag von Gedis, sowie der höhere Murad Dag zeigen dagegen keinerlei glaciale Formen; sie liegen ja auch weiter landeinwärts in trockenerm Klima.

Auffallenderweise erscheinen aber wieder viel weiter südöstlich im Ahar Dag (westlich von Afiun Karahissar) in nur 1600^{m} Höhe Kare: jedoch dürften diese nur als Verwitterungsformen zu deuten sein, da sie an der Grenze des harten Andesit gegen unterliegende leicht bewegliche Tertiärschichten auftreten. Viel merkwürdiger sind die beckenartigen Thäler, die ich im vorigen Jahre am Nordabhang des 2100^{m} hohen Boz Dag bis 1000^{m} herab beobachtete, und einige breitmuldenförmige Hochthäler im Gebirge westlich von Syndyrgy in nur 700^{m} Höhe, von denen eines von scheinbar typischen Längsmoränenwällen an seinen beiden Seiten begleitet ist. Ob es sich bei diesen Formen, ferner bei der rundlichen Wanne des Simau-Sees (780^{m}), um glaciale oder pseudoglaciale Erscheinungen handelt, das muss ich mir vorbehalten an anderer Stelle zu erörtern. Es kommen dabei die sehr beträchtlichen und sehr jungen Niveauverschiebungen in Betracht, die sich in diesen Gebirgen aus den Thalformen nachweisen lassen. —

Zum Schluss sei noch dem vorigjährigen Reiseberichte nachgetragen, dass auf Chios in der Umgebung der Stadt an der Basis der mächtigen mesozoischen Kalke, welche die höheren Gebirge der Insel bilden, ein rother Kalkstein mit, freilich spärlichen, Ammoniten auftritt. In der Bibliothek des Gymnasiums werden einige Stücke aufbewahrt, die zur Bestimmung zu erhalten mir nicht gelang: und beim Suchen in den Steinbrüchen vermochte ich leider nur ein Handstück mit Fossilien zu gewinnen, da ich durch den Ausbruch der Pest zum schleunigen Verlassen der Insel gezwungen wurde. Hr. Prof. Jaekel schreibt mir über dieses Stück: »Es macht den Eindruck eines alpinen Keuperkalkes. Die eine Ammonitenform mit sehr rückwärts gewendeten Rippen erinnert an *Celtites*- und *Tropites*-Formen, die flacheren

mit runderm Rücken und glatten Seiten dürften kleine Phylloceraten sein; auch die Terebratuliden-Brut erinnert an alpine Formen dieser Schichten.« Damit wäre zum ersten Male die Trias an der Ostseite des Aegäischen Meeres beobachtet. —

Die Höhenmessungen der Reise von 1901, bearbeitet von Hrn. W. Brennecke, erscheinen demnächst in der »Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin«.

Die Jahresberichte über die Monumenta Germaniae historica und über das Kaiserliche Archaeologische Institut werden in den Sitzungsberichten veröffentlicht werden, nachdem von den leitenden Centraldirectionen die Jahressitzungen abgehalten sind.

Sodann berichtete der Vorsitzende über die seit dem Friedrichs-Tage 1902 (23. Januar) bis heute unter den Mitgliedern der Akademie eingetretenen Personalveränderungen:

Die Akademie verlor durch den Tod

die ordentlichen Mitglieder der physikalisch-mathematischen Classe
- Lazarus Fuchs am 26. April 1902,
- Rudolf Virchow am 5. September 1902;

das ordentliche Mitglied der philosophisch-historischen Classe
- Ernst Dümmler am 11. September 1902;

das Ehren-Mitglied
- Gustav von Gossler in Danzig am 29. September 1902;

die correspondirenden Mitglieder der physikalisch-mathematischen Classe
- Heinrich Wild in Zürich am 5. September 1902,
- Alfonso Cossa in Turin am 23. October 1902,
- Johannes Wislicenus in Leipzig am 5. December 1902,
- Karl von Kupffer in München am 16. December 1902;

die correspondirenden Mitglieder der philosophisch-historischen Classe
- Sigismund Wilhelm Kölle in London am 18. Februar 1902,
- Karl Zangemeister in Heidelberg am 8. Juni 1902,
- Julius Ficker Ritter von Feldhaus in Innsbruck am 10. Juli 1902,
- Konrad von Maurer in München am 16. September 1902.

Neu gewählt wurden

zum ordentlichen Mitgliede der physikalisch-mathematischen Classe
- das bisherige correspondirende Mitglied Friedrich Schottky am 5. Januar 1903;

zu ordentlichen Mitgliedern der philosophisch-historischen Classe

Heinrich Zimmer am 13. Januar 1902,

Heinrich Dressel }
Konrad Burdach } am 9. Mai 1902,

Richard Pischel am 13. Juli 1902,

Gustav Roethe am 5. Januar 1903;

zum auswärtigen Mitgliede der philosophisch-historischen Classe

das bisherige correspondirende Mitglied Léopold Delisle in Paris am 16. November 1902;

zu correspondirenden Mitgliedern der philosophisch-historischen Classe

Eugen Bormann in Wien am 24. Juli 1902,

Benno Erdmann in Bonn am 15. Januar 1903.

Ausgegeben am 5. Februar.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei



SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

VII.

5. Februar 1903.

BERLIN 1903.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«.

[illegible]

... Für diese wie für alle übrigen Theile der Sitzungsberichte sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.

[illegible]

zu ordentlichen Mitgliedern der philosophisch-historischen Classe
Heinrich Zimmer am 13. Januar 1902,
Heinrich Dressel }
Konrad Burdach } am 9. Mai 1902,
Richard Pischel am 13. Juli 1902,
Gustav Roethe am 5. Januar 1903;
zum auswärtigen Mitgliede der philosophisch-historischen Classe
das bisherige correspondirende Mitglied Léopold Delisle in Paris
am 16. November 1902;
zu correspondirenden Mitgliedern der philosophisch-historischen Classe
Eugen Bormann in Wien am 24. Juli 1902,
Benno Erdmann in Bonn am 15. Januar 1903.

Ausgegeben am 5. Februar.

Festrede.

Von J. Vahlen.

Wenn vor zwei Tagen ein Fremder unsere Stadt betreten, hätten die flaggenden Paläste und die volksbewegten Strassen ihm verkündigt, dass die Haupt- und Residenzstadt ihrem Könige an seinem Geburtstag in fröhlichem Jubel ihre Verehrung zollt.

Heute, nachdem die Stadt zum gewohnten Anblick zurückgekehrt ist, tritt die Königlich Preussische Akademie der Wissenschaften zusammen, um ihrerseits in einer besonderen Feier dem Landesherrn, in dem sie zugleich ihren erhabenen Protector verehrt, die Huldigungen ehrfurchtsvoller Dankbarkeit darzubringen.

Die verspätete Feier hat ihren Grund nicht in einer Vernachlässigung, sondern in den unweigerlichen Satzungen, die der Akademie auch für ihre Feste Tag und Stunde bestimmen.

Noch eine zweite Pflicht hat sie ihren Satzungen gemäss am heutigen Tage zu erfüllen. Der 24. Januar ist der Tag, an dem König Friedrich II. geboren ward. Diesen Tag hat die Akademie der Wissenschaften, solange seine glorreiche Regierung dauerte, alljährlich zusammen mit dem ganzen Preussischen Volke festlich begangen, nach seinem Hinscheiden aber als einen immerwährenden Erinnerungstag eingesetzt, an dem das Gedächtniss des grossen Königs gefeiert werde, der die Akademie nach langer Lethargie erneuert und durch den Hauch seines Geistes mit frischem Leben erfüllt hat.

Zwei Könige feiern wir heute, deren einer dem Preussischen Staat die ihm gebührende Erweiterung erkämpft und durch stramme Verwaltung ein festes Gefüge verliehen hat, der andere dem noch weiter gewachsenen und ausgedehnten Königreich, zugleich als der Vormacht des Deutschen Reiches, durch sorgsame Pflege aller Interessen immer höheres Ansehen und grössere Geltung erwirkt.

So möge es gestattet sein, zur Feier des Tages einen Augenblick bei dem Gedanken zu verweilen, wie sie selbst über ihren königlichen Beruf gedacht und ihren Herrscherpflichten zu genügen sich vorgesetzt haben.

König Friedrich's thaten- und erfolgreiches Leben liegt abgeschlossen vor uns, in einer Entfernung, welche die Umrisse noch mit Schärfe erkennen lässt, ohne den Blick zu verwirren. Allein aus der Bethätigung einer langen Regierung die leitenden Grundsätze und maassgebenden Anschauungen aufzulesen, möchte ein zu weiter Weg sein, als dass er uns gangbar wäre; ein näherer bietet sich dar, indem König Friedrich nicht bloss König und Feldherr, sondern auch Schriftsteller war, der sein langes Leben hindurch nicht müde ward, die grossen Ereignisse seiner Zeit wie seine Gedanken und Empfindungen in gebundener und ungebundener Rede zum Ausdruck zu bringen.

Zwar haben die Fragen über die Ziele und Aufgaben des Staatslenkers den König zu allen Zeiten so angelegentlich beschäftigt, dass nicht zu verwundern ist, solchen Erörterungen in seiner ausgebreiteten Schriftstellerei auf vielen Punkten zu begegnen. Doch sind es zwei Schriften, die diesem Zweck besonders gewidmet sind, an die ich versuchen will eine kurze Betrachtung zu knüpfen, nicht um Neues aus dem Bekannten zu schöpfen, sondern nur, um an Bekanntes zu erinnern, in der Meinung, dass jedes Wort, das des Königs grosse Seele wiederspiegelt, der Beachtung nicht unwerth sei.

Die eine derselben stammt aus seiner Jugend, die andre aus seinem späten Alter.

In der Rheinsberger Zeit, nicht lange bevor er berufen ward den Thron seiner Ahnen zu besteigen, hatte Kronprinz Friedrich aus Machiavelli's Buch *Il Principe* den Antrieb gezogen, seine von des Florentiners politischen Lehren weit abweichenden Anschauungen in einer jener Schrift schrittweise folgenden Widerlegung zu entwickeln.

Machiavelli's viel gepriesenes und viel gescholtenes Werk hatte die ausgesprochene Absicht den Bestrebungen des Fürsten, wie seine Zeit ihn kannte, zu dienen, und sei es, dass er ein fremdes Land zu usurpiren gedenkt, oder in dem usurpirten als neuen Fürsten sich zu bethätigen und zu sichern trachtet, für beide Fälle ihm das Verfahren vorzuschreiben, das allein Erfolg versprechen könne.

Ehrgeiz und Eigennutz sind die Triebfedern des Handelns, die Machiavelli in seinem Fürsten voraussetzt und anerkennt, und denen Befriedigung zu schaffen der Triumph seiner Staatsweisheit ist.

Ein Hauptinteresse des gewaltsam Land und Thron erringenden Fürsten ist die Kriegführung, die nach Machiavelli's Theorie die einzige Sorge des Fürsten auch im Frieden sein müsse, über die er in einer Fülle von Anweisungen und Rathschlägen, nicht ohne Sachkenntniss, sich ergeht.

Aber den eroberten Thron zu befestigen und den Fürsten in seiner immer bedrohten Herrschaft zu erhalten, ist ein Gegenstand

zahlreicher Erwägungen Machiavelli's, der mit ausgesuchtem Scharfsinn die Möglichkeiten aufzufinden, Nützliches und Schädliches, Räthliches und Bedenkliches gegen einander abzuwägen weiss, immer an dem Maassstab der Sicherheit und des Interesses des Fürsten, welches die einzigen Gesichtspunkte sind, die das Verfahren bestimmen und selbst die verwerflichsten und verbrecherischsten Maassnahmen empfehlenswerth machen können.

Seine Beispiele und Belege entnimmt er theils dem Alterthum, dem römischen vornehmlich, das ihm in den Discorsi über Livius' erste Decade Stoff zu verwandten Betrachtungen gegeben hatte, theils aus den Zuständen Italiens seiner Zeit, das zerklüftet, wie es war, in viele kleine Staaten, Republiken oder von Fürsten, weltlichen, geistlichen, regierte, die unvermögend sich zu einigen, unablässig mit wechselndem Erfolg einander befehdeten, das klägliche Bild der Zerrissenheit und einer alle Verhältnisse lockernden unruhigen Bewegung darbot.

Aus solchen Vorgängen und Ereignissen hat Machiavelli den Begriff des neuen Fürsten geschöpft und gestaltet, der ihm zum Leitstern geworden ist auf den Irrfahrten seiner Staatsklugheit.

Und da er in Cesare Borgia Duca Valentino sich einen Fürsten ersah, der durch Heuchelei, Verrath und blutige Grausamkeit erreichte, wonach er trachtete, so hat er keine Scheu getragen, diesen als das Modell aufzupflanzen, an das sich alle zu halten hätten, die ähnliche Bestrebungen mit gleich sicherem Erfolge durchzusetzen verlangten.

Den Kronprinzen von Preussen, der eben erst einen (viel später bekannt gewordenen) Versuch über die politischen Wechselbeziehungen der Staaten Europas verfasst hatte, in dem wir einen glänzenden Beweis seiner staatsmännischen Einsicht erkennen, konnten Machiavelli's Lehren nur mit Abscheu erfüllen, und indem ihm die Schrift mit der Person des Verfassers in Eins zusammenfloss, bildete sich in ihm eine Vorstellung, wie Shakespeare's Wort vom *murderous Machiavel* zum Ausdruck bringt.

Aber er wendete sich nicht ab, sondern überzeugt von der verderblichen Wirkung, die das Werk geübt hatte und zu üben fortfuhr, that er, was Niemand zuvor; er entschloss sich, seine Lehren zu bekämpfen, und unbekümmert um die Anstösse, denen sein Angriff auf die von Vielen gepriesenen und befolgten Grundsätze begegnen musste, mit Freimuth die Wahrheit zu sagen.

So entstand das Werk, das aus Umständen, die hier nicht weiter zu verfolgen, erst an das Licht trat und in weiten Kreisen bekannt wurde, nachdem der Thronwechsel sich bereits vollzogen hatte, für uns ein unschätzbares Vermächtniss, nicht bloss durch die scharfe

Abweisung der unter dem Namen des Machiavellismus fortgepflanzten und bis auf den heutigen Tag erhaltenen Staatskunst, sondern als ein beredtes Zeugniss der Gesinnungen, von denen der König beseelt war in dem Augenblick, als er die Geschicke des Preussischen Staates zu lenken sich anschickte.

Es ist zwar nicht zu verkennen, dass die 'Widerlegung Machiavelli's', wie der König seine Schrift nannte, nicht jeden Satz und jeden Rath desselben verwirft, sondern auch Manches beifällig anerkennt oder gelten lässt, aber alles ist doch, auch was nicht tadelnswerth an sich, durchtränkt von der alles beherrschenden Grundidee einer Staatskunst, die für die Beurtheilung von Gut und Bös in Gesinnung und Handlung des Staatslenkers keine andere Norm kennt als des Fürsten Interesse, das, sagte der König, die einzige Gottheit sei, die Machiavelli angebetet habe, dessen Grundsatz es war, dass alles was geschieht zum Vortheil des Fürsten zu geschehen habe, der, um seiner Usurpation Herr zu bleiben, auch die Familie des Depossedirten auszurotten und die Bevölkerung der eroberten Stadt zu vernichten kein Bedenken tragen dürfe.

Der König war von der Frage ausgegangen, wie es wohl gekommen sei, dass freie Völker sich einen Herrn gesetzt, dem sie zu gehorchen bereit seien, und hatte die Antwort darin zu finden geglaubt, dass die Völker, nachdem sie einsehen gelernt, es sei zu ihrer Ruhe und Erhaltung nothwendig, Richter zu haben, ihre Zwistigkeiten zu schlichten, Beschützer, sie in ihrem Besitzthum gegen Feinde zu schirmen, Vorgesetzte, die alle Einzelinteressen in einem gemeinsamen Interesse zu vereinigen wüssten, in dieser Einsicht die Weisesten und Gerechtesten und Menschenfreundlichsten aus ihrer Mitte gewählt hätten, sie zu regieren und die beschwerliche Last aller Geschäfte auf sich zu nehmen.

Wie man immer über diese Annahmen uranfänglicher Cultur und Gesellschaftsbildung der Menschen urtheilen mag, die nicht erst von J. J. Rousseau erfunden, sondern viel älteren Datums sind und für die der König mehr als einen Gewährsmann anführen konnte, sie haben ihm die Vorstellung gegeben, die er Zeit Lebens festgehalten hat, dass die Gerechtigkeit der vornehmste Gegenstand des Souveränes sei, und dass er das Wohl der Völker, die er regiere, jedem andern Interesse vorzuziehen und ihr Glück auf alle Weise zu heben und zu mehren habe, dass demnach der Souverän, weit entfernt der unbeschränkte Herr der Völker zu sein, die seiner Herrschaft unterstehen, vielmehr nur ihr erster Diener sei: und diese Anschauung galt ihm nicht bloss für den Souverän, der aus Volkes Wahl hervorgegangen, sondern nicht minder für den, der nach gesetzmässiger Erbfolge an die Spitze seines Staates getreten war.

Und so eröffnet sich ein schreiender Contrast zwischen Machiavelli und dem Könige: dort der kalt und klug berechnende Verstand, der überall den eignen Vortheil erspäht und in dem Widerstreit von Fürst und Volk, die wie zwei feindliche Parteien einander mit beständigem Argwohn im Zwang erhalten, mit allen, auch den verwerflichsten Mitteln sich die Oberhand zu sichern weiss.

Hier die menschenfreundliche Fürsorge des Souveräns für die Wohlfahrt seiner Unterthanen, der keine höhere Pflicht und keinen schöneren Lohn kennt, als das Glück seines Volkes zu befestigen und zu mehren und ein Verhältniss zu begründen, in welchem Vertrauen mit Vertrauen getauscht wird.

Wir blicken in einen Gegensatz der Anschauungen, den vielleicht ein Aristotelisches Wort noch mehr zu verdeutlichen nicht ungeeignet ist. Denn wenn er lehrt, das Ziel der τυραννίς sei φυλακή, das der königlichen Herrschaft εὐεργεσία, so erkennen wir in dem griechischen Tyrannen, der durch einen Gewaltact sich der Herrschaft bemächtigt hat, Machiavelli's neuen Fürsten wieder, der seine Fürstenmacht der Usurpation verdankt, und wie bei jenem die φυλακή gleichsam der Inbegriff aller zu seiner Hut getroffenen Maassregeln ist, so war, sahen wir, für Machiavelli's Fürsten die erste und vornehmste Sorge nichts zu unterlassen, was seiner Sicherheit und der Erhaltung seiner Herrschaft dienen könnte.

Die εὐεργεσία aber, die das Ziel der königlichen Herrschaft sei, d. h. die Sorge des Königs, dass es seinen Unterthanen wohl ergehe (ἵνα εὖ πράττωσιν), wen erinnert sie nicht an König Friedrich's Verlangen, dass es für den Souverän keine wichtigere Angelegenheit geben dürfe, als Glück und Wohlsein seiner Unterthanen zu fördern und zu erhalten.

Und wenn Aristoteles bei andrer Gelegenheit bekennt, dass den König und seine Unterthanen auch Freundschaft verbinde, die aus des Königs Bestreben seinen Untergebenen wohlzuthun fliesse, so ist auch das aus der Seele des Königs gesprochen, der Machiavelli's Lehre, es liege im Interesse des Fürsten Hader unter den Parteien zu unterhalten und lieber Furcht zu verbreiten als Liebe zu erzeugen, entgegenhält, dass es menschlicher sei und vernünftiger sich Freunde zu erwerben. Glücklich, sagt er, sind die Fürsten, die die Süssigkeit der Freundschaft kennen; glücklicher die, welche die Liebe und Zuneigung ihres Volkes verdienen.

Doch wie Machiavelli's Gepräge vom Fürsten in all seinen Ausführungen wieder erscheint, so beherrscht des Königs Grundanschauung alle Rathschläge, die er der Bethätigung des Souveräns ertheilt. Es sind aber vorzugsweise zwei Momente, die mehr als andre des Königs

Gedanken versinnlichen, von denen das eine mehr die Verantwortung des Fürsten, das andere die Wege und Mittel der Wohlfahrt des Volkes angeht.

Es giebt, sagt er, zwei Arten von Fürsten in der Welt, die welche alles mit eigenen Augen sehen und ihre Staaten selbst regieren, und die welche sich dem Vertrauen auf ihre Minister hingeben und statt selbst zu regieren sich von diesen regieren lassen. Die Souveräne der ersten Art sind wie die Seele ihrer Staaten und auf ihnen allein ruht die Last der Regierung, wie das Himmelsgewölbe auf dem Rücken des Atlas: sie sind es, welche die innern und äussern Angelegenheiten regeln, von denen alle Gesetze, Verordnungen, Erlässe ausgehen, die als erste Beamte der Gerechtigkeit fungiren, Kriegswesen und Finanzen als oberste Leiter und Verwalter, kurz alles, was zur Staatsleitung gehört, in ihrer Hand halten, die daher nur ausübender Organe an ihrer Seite bedürfen, welche im Einzelnen ausführen, was die Fürsten im Grossen gedacht haben.

Wir wissen, dass König Friedrich jederzeit zu den Fürsten der ersten Gattung sich gestellt und die Verantwortung für den Gang der Staatsgeschäfte allein auf seine Schultern genommen hat, vor allem in der Kriegführung, in der er als König praktisch die Grundsätze befolgt hat, die er als Kronprinz (im Antimachiavel) theoretisch entwickelt hat, indem er die moralische Wirkung kennzeichnete, die der persönlichen Anwesenheit des Fürsten bei seinem Heere innewohne, und die Nothwendigkeit betonte, dass die Entscheidung dem Fürsten allein zukomme.

Wie aber der König über das Wohlergehen des Volkes dachte, zeigt eine Betrachtung, in der er dem kriegerischen Fürsten, der mit Waffengewalt sein Land zu vergrössern und die Grenzen desselben weiter zu rücken trachtet, entgegenstellt den arbeitsamen Fürsten, der durch seine Thätigkeit alle Künste und alle Wissenschaften in seinem Staate zur Blüthe bringt: denn das sei eine gerechtere und unschuldigere und nicht weniger nützliche Art das Land zu vergrössern.

Bei den Künsten denkt der König vor Allem an die für das Leben und die Erhaltung der Menschen unentbehrlichsten, Ackerbau und jede Art der Bodencultur, Handel, Industrie und Manufactur, deren jede die besondere Fürsorge des Fürsten verlange, der, da nicht alle in allen Ländern gleichmässig gedeihen, zu untersuchen habe, welcher von ihnen die Beschaffenheit des Landes am meisten Erfolg verspreche, und wohin die Pflege und Ermunterung am meisten sich zu wenden habe; denn solcher Art die Wohlfahrt des Volkes zu heben, sei wie ein der Weisheit des Fürsten anvertrautes Talent, mit dem er wuchern müsse, auf dass es seinen vollen Werth und seine Geltung erlange.

Ein sicheres Zeichen aber für den Wohlstand und den Reichthum des Landes sah der König darin, wenn die schönen Künste und die Wissenschaften in seinem Schoosse wüchsen: denn das sind, sagte er, Blumen, die in fettem Erdreich und unter glücklichem Himmel gedeihen, bei Trockenheit des Bodens aber und widrigen Winden verdorren und absterben.

Als die Wissenschaften, die dem menschlichen Geist am meisten Ehre gemacht hätten, galten ihm Geometrie, Philosophie, Astronomie, Beredsamkeit, Dichtung und alle die unter dem Namen der schönen Künste verstanden würden. Die aber, die auf diesem Wege sich vorzüglich um die Menschheit verdient gemacht, erachtete er der höchsten Anerkennung und Auszeichnung würdig.

So dachte König Friedrich über die Pflichten des Souveräns und über die Bedingungen der Wohlfahrt des Volkes in seiner Jugend, als er eben im Begriffe stand, die Zügel der Regierung in dem ihm ererbten Reiche zu ergreifen.

Fast vierzig Jahre später, nachdem er seinen Staat erweitert und befestigt hatte, nahm er von Neuem Anlass, seinen Gedanken über die Formen der Regierung und über die Pflichten des Souveräns Ausdruck zu geben, und wer zusehen will, kann sich leicht überzeugen, dass er nach den unendlichen Erfahrungen, die ihm eine lange Regierung, im Krieg und im Frieden, zu Theil werden liess, in den Grundzügen den Ansichten treu geblieben ist, zu denen er sich in seiner Jugend bekannt hatte.

Auch hier versucht er aus uranfänglichen Völkerverhältnissen die Entstehung der Fürstenmacht zu erklären, in der Meinung, dass aus dem ursprünglichen Begriff des Fürsten seine Stellung und Aufgabe am deutlichsten erkennbar sei.

Immer ist es ihm das Volk, das mit seinem Willen sich einen Obern setzt und ihm zu gehorchen bereit ist zu seinem Schutz und zur Förderung seines Wohles, woraus dem Könige die stets festgehaltene Vorstellung von dem Fürsten als dem ersten Diener des Staates erwächst. Hier ist es insbesondere die Sorge für die Gesetze, die sich die Völker zur Sicherung ihrer eigenen Verbände geben, was die Wahl eines Fürsten herbeiführt und ihm die Erhaltung der Gesetze zur ersten Pflicht macht.

Aber dieses allgemeine Bedürfniss haben verschiedene Völker in verschiedenen Formen der Regierung zu befriedigen getrachtet, die alle ihre Vorzüge und ihre Mängel haben und von denen kaum eine in ihrer ursprünglichen Integrität sich erhalten hat. Aus deren Betrachtung hat sich dem Könige ergeben, dass die monarchische Regierungsform, wenn sie gut gehandhabt wird, die beste, wenn aber schlecht, die schlechteste von allen Regierungsarten sei.

Die schlechte Verwaltung derselben ist die Schuld der Fürsten, die nicht einsehen, dass sie an die Spitze der Staaten gestellt sind, nicht um ihre eignen Interessen zu verfolgen, und die unbekümmert um die Wohlfahrt ihres Volkes, deren Pflege sie andern überlassen, der Vergeudung und Ausschweifung sich hingeben. Mit unnachsichtiger Strenge zeichnet der König die Fehler der Fürsten, die aus Trägheit und Unkenntniss, Stolz und Übermuth Gefahren über die von ihnen regierten Staaten heraufbeschwören, und die monarchische Regierungsform um die Vortheile bringen, die sie gewähren könnte.

Dagegen ein Fürst, der der Überzeugung ist, dass er denen verpflichtet sei, die ihm den Vorrang eingeräumt im Hinblick auf Dienste, die sie von ihm erwarten, eine schwere Aufgabe zu erfüllen hat, die das Aufgebot aller geistigen Kräfte erfordert.

Denn, um nur Weniges aus des Königs eingehender, von hellster Einsicht getragener Erörterung hervorzuheben, die Beschaffenheit des Landes, das er regiert, seine Quellen und Hülfsmittel, worin seine Stärke, worin seine Schwäche liegt, Art und Charakter der Bevölkerung und den Geist der Nation muss der Souverän kennen und durchschauen, um nur die Hauptelemente des staatlichen Lebens, an denen Leben und Wohlstand der Völker hängt, Ackerbau, Handel, Industrie, richtig zu lenken und nichts zu versäumen, was zu ihrer Förderung dienen kann.

Und die anderen Zweige der Staatsverwaltung, wie Gesetz und Recht, Einnahmen und Ausgaben, Kriegführung und Soldatenstand, und so vieles Andere, welche Kenntnisse, welche Wachsamkeit und stetige Vorsorge erfordern sie nicht, damit Alles zum Besten des Staates geleitet werde. Denn der Fürst muss Alles mit seinem Geist durchdringen, so dass auch die mitwirkenden Organe in seinem Sinne ihre Sonderpflichten erfüllen und Alles sich zu geschlossener Einheit verbinde.

Er selbst aber hat allen aus seinem Beruf ihm erwachsenden Pflichten mit Rechtschaffenheit und Uneigennützigkeit obzuliegen, wie wenn er jeden Augenblick seinen Bürgern Rechenschaft von seiner Verwaltung abzulegen hätte.

Noch mehr: um die Wohlfahrt seines Landes zu heben und zu sichern, muss ihm die Erhaltung guter Sitten am Herzen liegen, nicht minder die Sorge für die leidende Menschheit, der er Trost und Hülfe zu gewähren und als eine letzte Zufluchtsstätte der Armen und Unglücklichen wie ein Vater seines Volkes sich zu bethätigen hat.

Pflichterfüllung des Souveräns und Wohlergehen des Volkes sind die beiden Pfeiler, auf denen die staatsmännische Weisheit des Königs ruht, und dies Beides in richtigem Verhältniss verbunden, betrachtet

er als den einzigen Weg, auf dem die monarchische Regierungsform sich als eine wohlthätige erweisen werde, ohne dass ihm jedoch entginge, wie er mit rührender Bescheidenheit, er, ein Meister der Staatskunst, bekennt, dass es schwer sei, auch bei dem besten Willen des Fürsten diejenige Vollkommenheit der Regierung zu erreichen, die dem Glücke des Volkes ganz und voll entspräche, und dass man, wie es nun einmal nichts Vollkommenes auf Erden gebe, zufrieden sein müsse mit dem, was am wenigsten mangelhaft sei.

Dass aber, um auf den zweiten der Könige, denen diese Feier gilt, zu kommen, der Monarch, der heute die Krone trägt, im Geiste seines grossen Ahnherrn und nach Grundsätzen, die er verkündigt, alle Zweige einer gedeihlichen Staatsverwaltung mit hellem Blick und tief dringender Einsicht umfasst und mit unablässiger Sorge und nie ermüdender Thatkraft des Volkes Wohl und seines Reiches Glück und Glanz zu erhalten und zu mehren bestrebt ist, was bedarf es der Worte, um das zu erhärten? Oder wer wüsste es nicht, der offenen Auges durchs Leben wandelt und nicht stumpf an den Ereignissen des Tages vorübergeht?

Doch wie König Friedrich's Wort, wenn auch in unvergänglicher Frische, doch fernher wie aus testamentarischer Hinterlassenschaft zu uns herüberklingt, so sind wir so glücklich an Erinnerungstagen, bei freudigen oder auch traurigen Anlässen verschiedener Art, aus dem Munde unseres erhabenen Herrschers Worte zu vernehmen, die Zeugniss geben von dem was ihn bewegt und als Ziel seines Strebens ihm vor Augen steht.

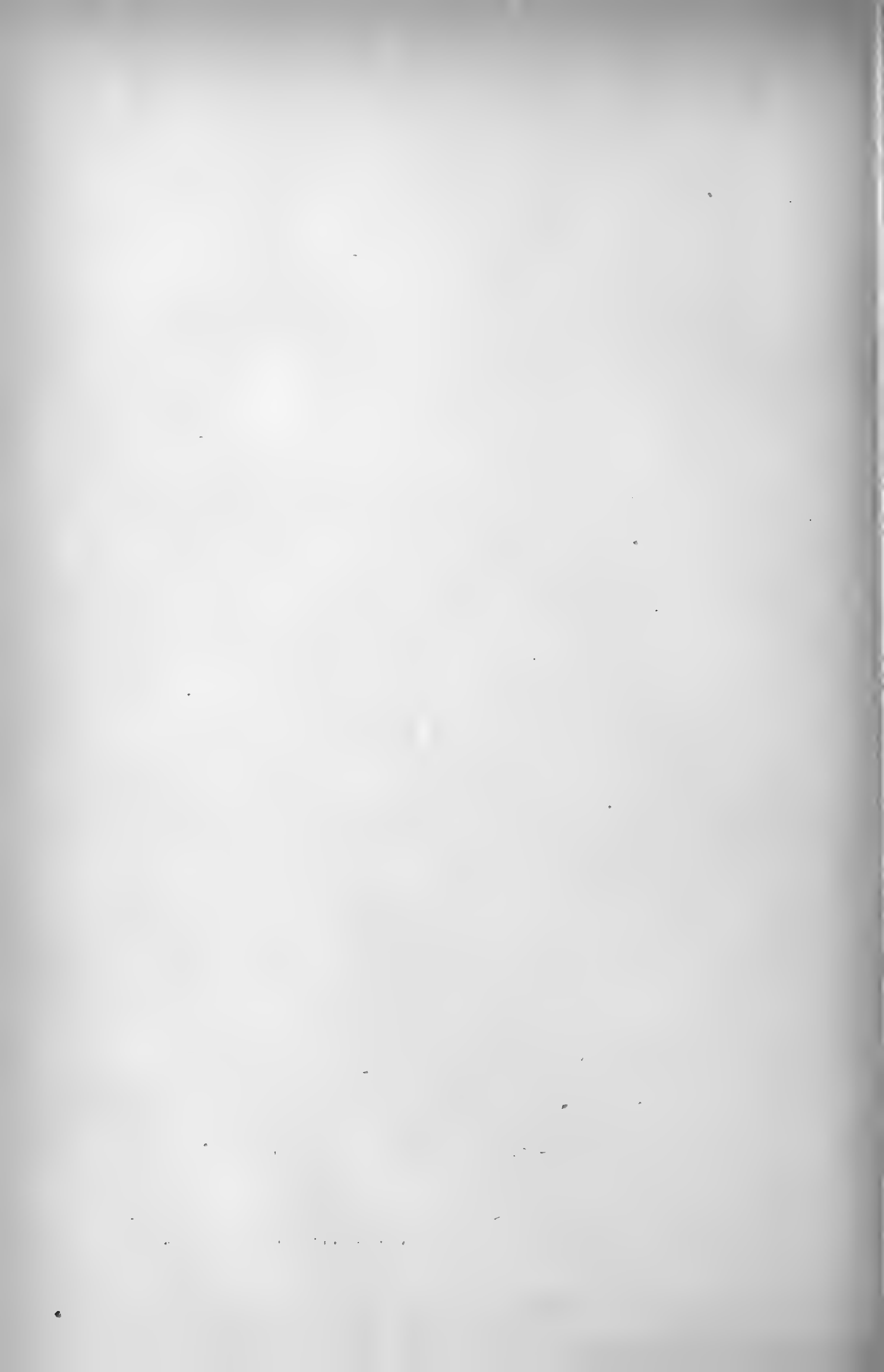
Nicht zu reden von dem erhebenden Anblick, wenn der König unter die Vertreter seines Volkes tritt und dem Volk vergönnt ist, nahe seinem Könige in das Auge zu schauen, welch' lebendige Theilnahme an allen Interessen seines Landes, den grossen wie den kleinen, an allem was das Wohl und Wehe seines Volkes betrifft, bekundet nicht jedes Wort, das von des Herrschers Lippen fliesst.

Denn, um an Weniges aus letztvergangener Zeit zu erinnern, wenn er, nicht ohne wiederholt auf König Friedrich's Beispiel hinzuweisen, in Krefeld mit Wohlgefallen der Industrie gedenkt, die die Stadt beglückt, in Emden an den einst blühenden, später herabgekommenen Handel der Stadt erinnnert und trostreiche Worte spricht, in Posen in ernster Mahnung verkündet, was 'zur Hebung von Land und Volk' nothwendig zu geschehen hat, oder in Görlitz mit Nachdruck die Ziele bezeichnet, die unter Mitwirkung aller Kräfte erreicht werden müssen; denn, sagt er, 'es kann der Träger der Krone und seine Organe auf die Dauer ein ganzes Land nicht vorwärts bringen, wenn nicht alle Stände desselben helfen', oder über die Pflege der

Kunst in den schönen Worten sich ausspricht, 'dass er es als eine der vornehmsten Pflichten des Herrschers ansehe, in seinen Landen die die Menschen veredelnde Kunst zu fördern und auf deren gesunde Entwickelung sein Augenmerk zu richten', oder bei anderer Gelegenheit eine unserer grossen Kunstanstalten mit dem Wunsche begrüsst, dass 'aus diesem Hause ein Segen in Hülle und Fülle über unser Volk strömen möge, dass des Volkes Geschmack, sein Vergnügen und seine Freude am Schönen von hier aus gepflegt und angeregt werde', immer ist es des Herrschers Sorge um das Wohl und Glück seines Landes, die ihn bewegt, immer sind es die Städte, Provinzen, Anstalten seines Reichs bis herab auf den einzelnen Bürger, mit einem Wort, das Volk, dessen gedeihliche Entwickelung auf alle Weise zu fördern und in die richtigen Bahnen zu lenken, des Herrschers Bestreben und des Herrschers Freude ist.

Feste, wie dieses, das wir heute begehen, haben den Vortheil, dass sie auf Augenblicke uns heller zu Bewusstsein bringen das Gute, das wir tagtäglich besitzen und fast ohne Bewusstsein geniessen. So mag uns die Betrachtung der beiden Monarchen, die wir heute feiern, die Überzeugung erfrischen, dass die monarchische Regierungsform, die nach König Friedrich's Wort, wenn gut verwaltet, die beste ist, in langer Tradition von der Einsicht und dem Wohlwollen erleuchteter Fürsten getragen, unter stetig wachsenden Aufgaben immer vollkommener ausgestaltet, am sichersten das Glück und Wohlergehen der Bürger gewährleistet.

Ausgegeben am 5. Februar.



1903.
VII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

5. Februar. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Vahlen.

1. Hr. Klein las: Die Meteoritensammlung der Königlichen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin am 5. Februar 1903.

Durch die überaus dankenswerthe Fürsorge der Hohen Staatsregierung konnten beträchtliche Mittel aufgewandt werden, um die Sammlung zu vervollständigen.

Die Verbesserung des älteren Systems der Meteoriten wurde angedeutet, die Ausführung kann erst bei grösserer Vollständigkeit der Sammlung erfolgen. Unterdessen wurde alles vorhandene Material — von über 400 Fundorten stammend — kritisch gesichtet und geordnet und eine Reihe wichtiger, zum Theil neuer, zum Theil nicht genügend bekannter Vorkommen wissenschaftlich bearbeitet.

2. Hr. Vogel legte eine Abhandlung der HH. Prof. G. Müller und Prof. P. Kempf vor: »Ein neuer veränderlicher Stern von aussergewöhnlich kurzer Periode«.

Die Verfasser haben bei Gelegenheit ihrer auf dem Astrophysikalischen Observatorium zu Potsdam ausgeführten photometrischen Zonenbeobachtungen die Entdeckung gemacht, dass das Licht des Sternes Bonner Durchmusterung +56° Nr. 1400 regelmässig und ohne Unterbrechung zwischen der Grösse 7.9 und 8.6 schwankt, und dass die Periode der Schwankung nur 4 Stunden 0 Minuten 13 Secunden beträgt, somit die kürzeste aller bisher bei veränderlichen Sternen bekannten Perioden ist.

3. Hr. Pischel legte eine Abhandlung über Kaschgar und die Kharoṣṭhī vor, deren erster Theil von dem Kaiserlichen Dolmetscher a. D. Dr. O. Franke, der zweite von ihm selbst verfasst ist.

Es wird versucht zu zeigen, dass die Behauptung Sylvain Lévi's, der richtige Name der linksläufigen indischen Schrift sei Kharoṣṭrī »Schrift von Kaschgar«, irrthümlich ist.

4. Im Anschluss an vorstehende Mittheilung überreicht Hr. Pischel im Namen von Hrn. Dr. A. Stein ein Exemplar von dessen Preliminary Report on a Journey of Archæological and Topographical Exploration in Chinese Turkestan, London 1901.

5. Hr. Brunner überreicht die neueste Publication der Monumenta Germaniae historica, die Leges Visigothorum herausgeg. v. C. Zeumer.

Derselbe überreichte ein Exemplar der 2. Aufl. seiner 'Grundzüge der deutschen Rechtsgeschichte'. Leipzig 1903.

6. Hr. van't Hoff überreichte ein Exemplar der russischen Übersetzung seiner in Chicago gehaltenen 8 Vorlesungen über physikalische Chemie.

Derselbe legt die erste Veröffentlichung des internationalen Katalogunternehmens vor, welche auf Physik und Chemie sich bezieht.

7. Der Vorsitzende überreichte das von dem correspondirenden Mitglied Hrn. Murray gesendete Werk The sculptures of the Parthenon. London 1903.

Seine Majestät der Kaiser und König haben durch Allerhöchsten Erlass vom 5. Januar die Wahlen des bisherigen correspondirenden Mitgliedes der Akademie Dr. Friedrich Schottky, ordentlichen Professors der Mathematik an der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin, und des ordentlichen Professors der deutschen Philologie an derselben Universität Dr. Gustav Roethe zu ordentlichen Mitgliedern, ersteren der physikalisch-mathematischen, letzteren der philosophisch-historischen Classe zu bestätigen geruht.

Die Akademie hat in ihrer Sitzung am 15. Januar den Professor in der philosophischen Facultät der Universität Bonn Hrn. Dr. Benno Erdmann zum correspondirenden Mitgliede ihrer philosophisch-historischen Classe gewählt.

Die Akademie hat das auswärtige Mitglied der physikalisch-mathematischen Classe Sir George Gabriel Stokes in Cambridge am 2. Februar durch den Tod verloren.

Die Meteoritensammlung der Königlichen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin am 5. Februar 1903.

Von C. Klein.

I. Einleitung.

Als ich am 15. October 1889 den Katalog der Meteoritensammlung herausgab, sagte ich am Schluss:

»Bei der grossen Bedeutung der Meteoriten als Körper, die uns Kunde von der Beschaffenheit der Massen im Weltraum bringen, in Anbetracht des Umstandes, dass in der hiesigen Sammlung die des berühmten Chladni, des Vorkämpfers für die richtige Erkenntniss dessen, was die Meteoriten vorstellen, sich befindet, erscheint es mir als eine Ehrensache, danach zu streben, die Sammlung auf der Höhe zu erhalten, die sie zu Gustav Rose's Zeiten inne hatte und die ihr nach ihrer ganzen Vergangenheit gebührt. In diesem Bestreben hoffe ich des Beistandes der hohen Königlichen Staatsregierung und der Königlichen Akademie der Wissenschaften[1] mich erfreuen zu dürfen.«

Ich habe es in allerhöchstem Grade anzuerkennen, dass die hohe Königliche Staatsregierung auf meine Vorstellungen einging und mir für 1901 zur Vorbereitung der Bearbeitung, sowie für das abgelaufene Jahr grössere Summen zur Verfügung, sodann für die folgenden Jahre fernere Beiträge in Aussicht stellte. Dabei konnte auch der Sammlungsfond des mineralogisch-petrographischen Museums mit herangezogen werden und so eine zeitgemässe Vervollständigung der Sammlung erreicht und erstrebt werden, die eine sachgemässe Bearbeitung erlauben wird.

Heute folgt zunächst ein Bericht über den derzeitigen Stand der Meteoritensammlung nebst Bemerkungen zu demselben.

[1] G. Rose, Beschreibung und Eintheilung der Meteoriten (Abh. d. Königl. Preuss. Akad. d. Wiss. 1864, S. 24) sagt: »Einen grossen Zuwachs erhielt sie« (die Meteoritensammlung) »noch in der neuesten Zeit durch den Ankauf einer ganzen Meteoritensammlung von Prof. Shepard in New Haven in den Vereinigten Staaten, zu welchem die Akademie auf das Liberalste die Mittel bewilligte«. — Bei diesem Ankaufe wurden nicht nur Stücke zur Untersuchung, sondern auch solche zur Erlangung der Kenntniss der äusseren Form der Meteoriten erworben.

Benutzt wurden zu der Abfassung des Nachfolgenden die Kataloge der grossen Sammlungen in Wien[1], London und Paris, das Werk von E. A. Wülfing: Die Meteoriten in Sammlungen 1897, der Meteoritenkatalog der Greifswalder Sammlung von E. Cohen 1891, sowie dessen Schriften aus den Abhandlungen der Wiener Akademie, den Annalen des k. k. naturhistorischen Hofmuseums zu Wien, fernerhin aus diesen Sitzungsberichten u. A. m. Endlich kamen in Betracht die Kataloge der Ward-Coonley Collection, Chicago 1900, des United States National Museum in Washington von Tassin 1902, der Neumann'schen Sammlung in Prag 1902, der Gregory'schen Sammlung in London 1902.

Die Anzahl der jetzt hier vorhandenen Meteoriten erlaubt die Aufstellung eines neuen Systems zur Zeit noch nicht[2], daher wurde für die Meteorsteine, Mesosiderite und Pallasite, sowie für die oktaëdrischen und hexaëdrischen Eisen zunächst die Rose-Tschermak'sche Anordnung beibehalten, für die dichten Eisen aber die von Cohen[3] aufgestellte gewählt.

Man wird bei einer Übersicht über den Bestand erkennen, dass der Sammlung noch Vieles fehlt[4]; namentlich sind von einzelnen, wichtigen Gruppen (vergl. später) keine Repräsentanten vorhanden. Man wird aber hoffen können, dass in dieser Hinsicht in der Zukunft noch Abhülfe geschaffen werden kann, trotzdem Vieles, was in den seither verkauften Sammlungen von: † von Baumhauer, Haarlem, † Siemaschko, St. Petersburg, † von Braun, Wien, † Pohl, Wien, zu haben war, seither in feste Hände gelangt ist.

Als Grundlage für eine spätere zusammenfassende Beschreibung ist ein grosser Zettelkatalog angelegt worden, in dem jedes einzelne Vorkommen sein besonderes Blatt, bez. Blätter hat.

---

[1] Der neueste Wiener Catalog von F. Berwerth, 1903, kam mir während des Drucks zu und konnte nur zum Theil noch benutzt werden.

[2] Das alte System hat manche Mängel und bedarf der Verbesserung, namentlich im Gebiete der Chondrite, bei denen ungleichwerthige Momente zur Eintheilung benutzt werden. Nach meinen Anschauungen wäre so zu verfahren, dass das System, was auch grosse Vorzüge hat, im Ganzen erhalten bleibt und nur im Einzelnen Änderungen erfährt.

So wäre die Eintheilung der oktaëdrischen Eisen zu erhalten, aber die Grenze zwischen denen mit mittleren Lamellen gegen die mit groben Lamellen nach diesen hin zu verschieben.

Bei den Chondriten hätte eine Eintheilung nach den Farben: Weiss, Grau und Schwarz stattzufinden und in jeder dieser Abtheilungen wären als Unterabtheilungen anzugeben, ob die Steine Kügelchenchondrite, krystallinische Chondrite oder intermediäre Chondrite u. s. w. sind.

[3] Diese Sitzungsber. 1900, S. 1126—1135.

[4] Nach Hrn. Prof. H. A. Ward's (in Chicago) gefälliger Mittheilung waren im November 1902 659 Fall- und Fundorte von Meteoriten bekannt.

In diesen Blättern sind die Meteoriten jeden Fundorts nach Aussehen, Art und Gewicht eingetragen, und es ist bei jedem Stück alles das angefügt, was über seine Erwerbung und Vorkommen bekannt ist.

Bei der Aufstellung der nachfolgenden Übersichten erfreute ich mich der thätigen Beihülfe der HH. Dr. Belowsky, von Wolff, Tannhäuser und Kleffner, dahier, denen ich Allen hiermit bestens danke. Ebenso bin ich den HH. Directoren Berwerth in Wien und Fletcher in London für die gütige Ertheilung von Auskunft verbunden.

Nach I. der Einleitung kommt II. die Gewichtstabelle der Meteoriten, in der auch schon ihre Arten kurz bezeichnet sind.

Eine Erläuterung dieser Bezeichnung findet sich in der auf die Gewichtstabelle folgenden III. Tabelle der Arten.

Dann kommen IV. Bemerkungen zu einzelnen besonders bemerkenswerthen Stücken.

Den Schluss bilden V. Mittheilungen über den Bestand der Sammlung, Geschenkgeber, Art der Erwerbung, Tauschverkehr u. s. w.

II. Zusammenstellung der Fall- und Fundorte, sowie der Fall- und Fundzeiten der Meteoriten und ihrer Gewichte.

Das Gewicht ist in Grammen angegeben. Gewichte unter 0g5 sind nicht angeführt.

Laufende Nummer	Gefallen oder Gefunden	Fallort	Art	Gewicht	
				d. Hauptstücks	im Ganzen
		I. Meteorsteine.			
		1. Eisenarme Meteorsteine ohne runde Chondren.			
		Achondrite.			
		a. Eukrite.			
		Bestehen aus Augit und Anorthit. Die Rinde ist schwarz und glänzend.			
1	22. V. 1808	Stannern, Iglau, Mähren	Eu+	449	1496.5
2	13. VI. 1819	Jonzac, Saintonge, Frankreich	Eu	2	2
3	15. VI. 1821	Juvinas, Ardèche, Frankreich	Eu	568	1012
		b. Howardite.			
		Bestehen aus Bronzit, Olivin, Augit und Anorthit. Die Grundmasse ist locker und führt einzelne härtere Ausscheidungen. Die Rinde ist schwarz und glänzend.			
4	13. XII. 1803	Sanct Nicolas, Mässing, Bayern	Ho	22.5	22.5
5	13. XII. 1813	Luotolaks, Wiborg, Finnland	Ho	4	5
6	7. VIII. 1823	Nobleborough, Lincoln Co., Maine, N. America	Ho	0.5	0.5
7	5. X. 1827	Bialystock, Russland	Ho	72	79
8	14. VII. 1845	×La Vivionnère, Le Teilleul, Frankreich	Ho	0.5	0.5
9	5. VIII. 1855	Petersburg, Lincoln Co., Tennessee, N. America	Ho	55.5	73.5
		c. Bustite.			
		Bestehen aus Bronzit und Augit. Die Rinde ist braun und matt.	Bu		
		d. Amphoterite.			
		Bestehen aus Bronzit und Olivin. Die Rinde ist schwarz und matt.			
10	22. XII. 1863	×Manbhoom, Bengalen	Am	5	5
11	1. XII. 1889	×Jelica-Gebirge, Serbien	Am	112	114
		e. Shergottit.			
		Besteht aus Augit und Maskelynit. Die Rinde ist braun und glänzend.	Sh		

+ Die hinter den Namen stehenden abgekürzten Bezeichnungen der Arten sind in einer späteren Übersichtstabelle erläutert.

× Die seit Abfassung des Meteoritenkatalogs vom 15. October 1889 neu hinzugekommenen Stücke sind mit einem × bezeichnet.

Laufende Nummer	Gefallen oder Gefunden	Fallort	Art	Gewicht d. Hauptstücks	Gewicht im Ganzen
		f. Rodit.			
		Besteht aus Bronzit und Olivin. Die Rinde ist matt und schwarz.	Ro		
		g. Chladnite.			
		Bestehen aus rhombischem Augit. Bei hellgelblicher und glänzender Rinde ist letzterer Enstatit, bei grauschwarzer und matter Bronzit.			
12	25. III. 1843	Bishopville, Süd-Carolina, N. America	Chla	172	233
13	29. VI. 1843	Manegaon, Eidulabad, Ostindien	Chl	—	—
14	30. XI. 1850	Shalka, Bancoorah, Ostindien..............	Chl	79	79
15	17. VI. 1870	Ibbenbühren, Prov. Westfalen..............	Chl	1930	1940.5
		h. Angrit.			
		Besteht wesentlich aus Augit, untergeordnet sind Olivin und Magnetkies. Die Rinde ist schwarz und glänzend.			
16	20. I. 1869	Angra dos Rais, Rio de Janeiro, Brasilien ..	A	2	2
		i. Chassignit.			
		Besteht aus Olivin. Die Rinde ist schwarz und schwach glänzend.			
17	3. X. 1815	Chassigny, Haute Marne, Frankreich........	Cha	13	13
		k. Ureïlit.			
		Besteht aus Olivin und Augit. Untergeordnet sind Nickeleisen und Kohlenstoff. Letzterer ist zum Theil amorph, zum Theil Diamant. Die Rinde ist mattschwarz und besitzt viele glänzende schwarze Fleckchen.			
18	22. IX. 1886	Nowo-Urej, Krasnoslobodsk, Penza, Russland	Ur	4	4
		18 Achondrite			5082
		2. *Eisenhaltige Meteorsteine mit Chondren.*			
		Chondrite.			
		Bestehen aus rhombischem Augit (Bronzit), Olivin und Eisen und führen polyëdrische und runde oder nur runde Chondren.			
19	16. XI. 1492	Ensisheim, Ober-Elsass	Ckb	427	962
20	11. IV. 1715	Schellin, Garz, Stargard, Prov. Pommern ...	Cia	5.5	5.5
21	3. VII. 1753	Krawin b. Plan, Tabor, Böhmen...........	Ccb	40	70.5
22	7. IX. 1753	Luponnas, Ain, Frankreich................	Cib	1.5	1.5
23	Mitte VII. 1766	Albareto, Modena, Italien	Cc	1	1

Laufende Nummer	Gefallen oder Gefunden	Fallort	Art	Gewicht	
				d. Hauptstücks	im Ganzen
24	13. IX. 1768	Lucé, Sarthe, Frankreich	Cwa	22	24.5
25	20. XI. 1768	Mauerkirchen, Ober-Österreich	Cw	165	221
26	17. XI. 1773	Sena, Sigena, Aragonien, Spanien	Cgb	12.5	12.5
27	19. II. 1785	Wittmess, Eichstädt, Bayern	Cc	15.5	15.5
28	13. X. 1787	Jigalowka, Bobrik, Charkow, Russland	Cwa	2.5	4
29	24. VII. 1790	Barbotan, Landes, Frankreich	Cga	222	300.5
30	16. VI. 1794	Siena, Lucignano d'Asso, Toscana, Italien	CHo	51	60
31	13. XII. 1795	Wold Cottage, Yorkshire, England	Cwa	3	3
32	16. I. 1796	Bjelaja Zerkow, Ukraine, Kiew, Russland	Cc	19	19
33	8/12. III. 1798	Salles, Villefranche, Rhône, Frankreich	Cia	16	16
34	19. XII. 1798	Benares, Krakhut, Ostindien	Cc	7	16.5
35	26. IV. 1803	L'Aigle, Normandie, l'Orne, Frankreich	Cib	530	1920.5
36	8. X. 1803	Saurette, Apt, Vaucluse, Frankreich	Cga	16	16
37	Gefunden 1804	Darmstadt, Hessen	Cga	1	1
38	5. IV. 1804	High Possil, Glasgow, Schottland	Cw	0.5	0.5
39	24. XI. 1804	Hacienda de Bocas, S. Luis Potosi, Mexico	Cw	2	2
40	6. IV. 1805	Doroninsk, Irkutsk, Sibirien	Cgb	52	76.5
41	XI. 1805	Asco, Corsica	Cwa	6.5	6.5
42	25. III. 1807	Timoschin, Juchnow, Smolensk, Russland	Cc	464.5	898
43	14. XII. 1807	Weston, Fairfield Co., Connecticut, N. America	Ccb	17.5	29
44	19. IV. 1808	Borgo San Donino, Cusignano, Parma, Italien	CHo	15	15
45	3. IX. 1808	Lissa, Bunzlau, Böhmen	Cwb	622	717.5
46	Gefunden 1808	Mooradabad, Delhi, Ostindien	Cw	1.5	1.5
47	VIII. 1810	Mooresfort, Tipperary, Irland	Ccb	38.5	38.5
48	23. XI. 1810	Charsonville, Loiret, Frankreich	Cga	36	51
49	12. III. 1811	Kuleschowka, Gouv. Poltawa, Russland	Cwa	3.5	3.5
50	8. VII. 1811	Berlanguillas, Burgos, Castilien, Spanien	Cia	31	38
51	10. IV. 1812	Toulouse, Haute Garonne, Frankreich	Cia	29	29
52	15. IV. 1812	Erxleben, Magdeburg, Prov. Sachsen	Ck	56.5	130.5
53	5. VIII. 1812	Chantonnay, Vendée, Frankreich	Cgb	217	290.5
54	10. IX. 1813	Limerick, Adare, Irland	Cgb	3.5	3.5
55	15. II. 1814	Alexejewka, Bachmut, Ekaterinoslaw, Russland	Cw	62	99.5
56	5. IX. 1814	Agen, Lot et Garonne, Frankreich	Cia	18	18
57	18. II. 1815	Durala, Umbala, Delhi, Ostindien	Cia	30.5	30.5
58	10. IV. 1818	Zaborzika, Volhynien, Russland	Cw	44	53.5
59	VI. 1818	Seres, Macedonien, Türkei	Cg	32.5	48
60	10. VIII. 1818	Slobodka, Smolensk, Russland	Cc	124	152.5
61	13. X. 1819	Politz, Gera, Thüringen	Cwa	691	713.5
62	12. VII. 1820	Lasdany, Lixna, Witebsk, Russland	Cga	34	65.5
63	13. IX. 1822	La Baffe, Epinal, Vogesen, Frankreich	Cc	10	10
64	30. XI. 1822	Allahabad, Futtehpore, Ostindien	Cwa	6	6
65	15. I. 1824	Renazzo, Ferrara, Italien	Cs	2	2.5
66	14. X. 1824	×Praskoles, Zebrak, Beraun, Böhmen	Cc	51	51
67	10. II. 1825	Nanjemoy, Charles Co., Maryland, N. America	Cc	33	33
68	27. IX. 1825	Honolulu, Owahu, Sandwich-Inseln	Cwa	64	64

Laufende Nummer	Gefallen oder Gefunden	Fallort	Art	Gewicht d. Hauptstücks	Gewicht im Ganzen
69	16. II. 1827	Mhow, Azim Gur, Ostindien	Ci	1	1
70	9. V. 1827	×Drake Creek, Nashville, Tennessee, N. America	Cwa	1.5	1.5
71	4. VI. 1828	Richmond, Henrico Co., Virginia, N. America	Cck	16	27
72	8. V. 1829	Forsyth, Monroe Co., Georgia, N. America	Cwa	18	19.5
73	14. VIII. 1829	Deal, Longbranch, New Jersey, N. America	Ci	—	—
74	9. IX. 1829	Krasnoj-Ugol, Räsan, Russland	Cc	61	62
75	13. V. 1831	Vouillé, Poitiers, Vienne, Frankreich	Cia	56	72.5
76	9. IX. 1831	Znorow, Wessely, Mähren	Cga	3.5	3.5
77	25. XI. 1833	Blansko, Brünn, Mähren	Cga	26.5	26.5
78	8. I. 1834	Okniny, Volhynien, Russland	Cgb	65	65
79	12. VI. 1834	Charwallas, Hissar, Delhi, Ostindien	Ci	0.5	0.5
80	11. XI. 1836	Macao, Rio Assu, Brasilien	Cia	37	37
81	18. IV. 1838	Akburpoor, Saharanpoor, Ostindien	Cgb	9.5	9.5
82	6. VI. 1838	Chandakapoor, Beraar, Ostindien	Cib	0.5	0.5
83	Bekannt 1838	Simbirsk, Russland (Partsch)	Ck	7.5	7.5
84	13. II. 1839	Pine Bluff, Little Piney, Missouri, N. America	Cc	13.5	14
85	17. VII. 1840	×Cereseto, Casale, Piemont, Italien	Ccb	17	17
86	22. III. 1841	Grüneberg, Prov. Schlesien	Cga	712	757.5
87	12. VI. 1841	Château Renard, Loiret, Frankreich	Cia	263	448
88	26. IV. 1842	Pusinsko Selo, Milena, Croatien	Cw	9.5	9.5
89	3. VI. 1842	×Aumières, Lozère, Frankreich	Cwa	34.5	34.5
90	2. VI. 1843	×Utrecht, Holland	Cca	7.5	7.5
91	16. IX. 1843	Klein Wenden, Erfurt, Prov. Sachsen	Ck	2366	2508.5
92	I. 1844	Cerro Cosina, Dolores Hidalgo, Mexico	Ck	20	24
93	25. I. 1845	×Le Pressoir, Indre et Loir, Frankreich	Cc	6.5	6.5
94	25. II. 1847	Hartford, Linn Co., Jowa, N. America	Cwa	295	348.5
95	20. V. 1848	Castine, Hancock Co., Maine, N. America	Cwa	0.5	0.5
96	31. X. 1849	Monroe, Cabarras Co., N. Carolina, N. America	Cga	103.5	132
97	13. VI. 1850	×Kesen, Iwate, Japan	Ccb	17.5	17.5
98	17. IV. 1851	Gütersloh, Minden, Prov. Westfalen	Ccb	839	878.5
99	23. I. 1852	Yatoor, Nellore, Madras, Ostindien	Cc	92	92
100	4. IX. 1852	Mezö Madarász, Siebenbürgen	Cgb	2688	2977
101	13. X. 1852	×Borkut, Marmaros, Ungarn	Cc	41	41
102	Gefunden 1852	Mainz, Hessen-Darmstadt	Cia	1.5	2
103	10. II. 1853	Girgenti, Sicilien	Cwa	465	489.5
104	6. III. 1853	Segowlee, Chumparun, Ostindien	Ck	6	6
105	5. IX. 1854	Linum, Fehrbellin, Prov. Brandenburg	Cw	1728	1728
106	11. V. 1855	Kaande, Oesel, Livland	Cw	21.5	21.5
107	13. V. 1855	Gnarrenburg, Bremervörde, Prov. Hannover	Ccb	281	281
108	VI. 1856	×Avilez, Durango, Mexico	Cc	0.5	0.5
109	12. XI. 1856	Trenzano, Brescia, Italien	Cca	6.5	6.5
110	28. II. 1857	Parnallee, Madura, Ostindien	Cga	416	423.5
111	24. III. 1857	Stawropol, Kaukasus, Russland	Ck	77.5	93.5
112	1. IV. 1857	Heredia, Costa Rica, Centralamerica	Ccb	2	2
113	11. X. 1857	Veresegyháza, Ohaba, Blasendorf, Ungarn	Cga	0.5	0.5

Laufende Nummer	Gefallen oder Gefunden	Fallort	Art	Gewicht	
				d. Hauptstücks	im Ganzen
114	27. XII. 1857	Quenggouk, Pegu, Hinterindien	Cc	14	17
115	19. V. 1858	Kakowa, Temeser Banat, Ungarn	Cga	9	9
116	9. XII. 1858	Aussun, Montréjeau, Haute Garonne, Frankreich	Cc	480	546.5
117	24. XII. 1858	Molina, Murcia, Spanien	Cgb	39	70
118	28. III. 1859	Harrison Co., Indiana, N. America	CHo	19.5	19.5
119	2. II. 1860	Alessandria, San Giuliano vecchio, Piemont.	Cga	11.5	12.5
120	28. III. 1860	Kheragur, Agra, Ostindien	Cc	4.5	4.5
121	1. V. 1860	New Concord, Muscingum Co., Ohio, N. America	Cia	13455	13845
122	14. VII. 1860	Dhurmsala, Kangra, Ostindien	Ci	180	201
123	12. V. 1861	Butsura, Goruckpur, Ostindien	Ci	86.5	90
124	14. V. 1861	Canellas, Villa nova, Barcelona, Spanien	Ci	7.5	8
125	28. VI. 1861	Mikenskoi, Grosnaja, Kaukasus	Cs	20.5	57.5
126	7. X. 1862	Menow, Alt-Strelitz, Mecklenburg	Cck	483.5	498
127	2. VI. 1863	Scheikahr Stattan, Buschhof, Curland	Cwa	75	75
128	8. VIII. 1863	Aukoma, Pillistfer, Livland	Ck	18	18
129	7. XII. 1863	Tourinnes la Grosse, Tirlemont, Belgien	Cw	252.5	493
130	12. IV. 1864	Nerft, Curland	Cia	51	51
131	26. VI. 1864	Dolgowoli, Volhynien, Russland	Cw	10	10
132	IV. 1866	×Udipi, Delhi, Ostindien	Cga	1	1
133	9. VI. 1866	Knyahinya, Unghvar, Ungarn	Cg	1333	1817
134	6. XII. 1866	×Elgueras, Cangas de Onis, Oviedo, Spanien	Cgb	4	4
135	Gefunden um 1866	×Rushville, Brockville, Franklin Co., Indiana, N. America	Cc	3	3
136	30. I. 1868	Pultusk, Sielce Nowy, Polen	Cgb	8070	10649.5
137	29. II. 1868	×Motta di Conti, Villanova, Casale, Piemont, Italien	Cc	4	4
138	11. VII. 1868	Ornans, Salins, Doubs, Frankreich	CcOrn	—	—
139	1. I. 1869	Hessle, Upsala, Schweden	Cc	39	66
140	5. V. 1869	Krähenberg, Zweibrücken, Bayern	CHo	5	5.5
141	22. V. 1869	Kernouvé, Cléguérec, Bretagne, Frankreich	Ck	520	520
142	19. IX. 1869	Tjabé, Padang, Java	Ck	0.5	0.5
143	1870	×Mac Kinney, Collen Co., Texas, N. America	Cs	133	272
144	14. VI. 1871	×Laborel, Drôme, Frankreich	Cib	121.5	130.5
145	10. XII. 1871	Bandong, Goemoroeh, Preanger, Java	Cwb	1.5	1.5
146	28. VI. 1872	Sikkensaare, Tennasilm, Esthland	Cca	14	30
147	31. VIII. 1872	Orvinio bei Rom, Italien	CO	38.5	38.5
148	1873	×Aleppo, Haleb, Kleinasien	Cwb	10	10
149	14. V. 1874	Castalia, Nash Co., N. Carolina, N. America	Cgb	11	11
150	26. XI. 1874	×Kerilis, Côtes du Nord, Frankreich	Cga	3	3
151	Gefunden 1874	Waconda, Mitchell Co., Kansas, N. America	Ccb	14	23.5
152	12. II. 1875	Homestead, Amana, Sherlock, Jowa, N. America	Cgb	2276	2357.5
153	19. VI. 1876	×Vavilovka, Gouv. Cherson, Russland	Cwb	47	47
154	28. VI. 1876	×Ställdalen, Nya Kopparberget, Schweden	Cgb	41.5	41.5
155	3. I. 1877	×Warrenton, Sanct Peter, Missouri, N. America	CcOrn	5.5	5.5
156	17. V. 1877	×Hungen, Hessen, Deutschland	Cga	Spl.	Spl.

Laufende Nummer	Gefallen oder Gefunden	Fallort	Art	Gewicht d. Hauptstücks	Gewicht im Ganzen
157	13. X. 1877	Sarbanovac, Sokobanja, Alexinac, Serbien...	Cc	70.5	70.5
158	19. XI. 1877	×Cronstadt, Orange River, Süd-Afrika	Cga	122	122
159	15. VII. 1878	Tieschitz, Prerau, Mähren	Cc	5	5
160	5. IX. 1878	×Dandapur, Goruckpur, Ostindien	Cia	15.5	15.5
161	20. XI. 1878	×Rakowka, Tula, Russland................	Ci	27	43.5
162	1878	Bluff, Lagrange, Fayette Co., Texas, N. America	Ckb	89	139
163	31. I. 1879	×La Bécasse, Dep. Indre, Frankreich.......	Cw	2	2
164	17. V. 1879	Gnadenfrei, Prov. Schlesien	Cc	14	14
165	18. II. 1880	Toke uchi mura, Yofugori, Tamba, Japan ..	Ck	47.5	61
166	18. VI. 1881	×Pacula, Hidalgo, Mexico................	Cwb	23	23
167	19. XI. 1881	×Gross-Liebenthal bei Odessa, Russland	Cwa	39	47
168	3. II. 1882	Mócs (Vajda-Kamaras), Siebenbürgen	Cwa	1064	1384
		» (Baré) »	»	141.5	
		» (Palatka) »	»	133	
		» (Gyulatelke) »	»	35.5	
		» (Visa) »	»	10	
169	16. II. 1883	Alfianello, Brescia, Italien	Ci	12590	12759
170	3. X. 1883	×Ngawi, Madioen, Java	CcN	1	1
171	19. III. 1884	Alastoewa, Djati Pengilon, Java...........	Ck	480	480
172	20. V. 1884	Midt Vaage, Tysnes, Hardangerfjord, Norwegen	Cgb	12	30
173	6. IV. 1885	Chandpur, Mainpuri, Nordwestprovinz, Ostindien	Cwa	3.5	3.5
174	27. I. 1886	Nammianthal, South Arcot, Madras, Ostindien	Cca	13	13
175	24. V. 1886	Assisi, Perugia, Italien...................	Cc	23.5	23.5
176	10. XI. 1886	×Maêmê, Nipon, Japan	Cwa	97.5	143.5
177	1. I. 1887	×Bjelokrynitschie, Volhynien, Russland	Cib	9	11.5
178	30. VIII. 1887	Ochansk a. d. Kama, Gouv. Perm, Russland..	Ccb	55	55
179	1887	×San Pedro Springs, Texas, N. America	Ci?	1.5	1.5
180	VII. 1889	×Ergheo, Brava, Somalihalbinsel, Africa	Ck	105	105
181	3. II. 1890	×Antifona, Collescipoli, Spoleto, Italien.....	Cc	41.5	41.5
182	10. IV. 1890	×Misshof, Riga, Curland	Cc	18	18
183	2. V. 1890	×Forest, Winnebago, Iowa, N. America	Ccb	30	63.5
184	25. VI. 1890	×Farmington, Washington, Kansas, N. America	Cs	59	110.5
185	Gefunden 1891	×Long Island, Phillips Co., Kansas, N. America	Ck	136.5	188.5
186	20. VII. 1892	×Guareña, Prov. Badajoz, Estremadura, Spanien	Ck	5	5
187	29. VIII. 1892	×Bath, South Dakota, N. America	Ccb	42	45
188	13. II. 1893	×Pricetown, Highland Co., Ohio, N. America	Cw	1.5	1.5
189	26. V. 1893	×Beaver Creek, British Columbia, N. America	Cck	4.5	4.5
190	Bekannt 1893	×Prairie Dog Creek, Kansas, N. America ...	Cck	37.5	46
191	9. IV. 1894	×Fisher, Polk Co., Minnesota, N. America ..	Ci	59.5	59.5
192	9. V. 1894	×Bori, Centralprovinz, Ostindien	Cia	2	3.5
193	27. V. 1895	×Ambapur Nagla, Sikandra Ras, Ostindien ..	Cc	2.5	2.5
194	Gefunden 1895	×Oakley, Logan Co., Kansas, N. America ...	Ck	21	21
195	9. IV. 1896	×Ottawa, Franklin Co., Kansas, N. America..	CHo	1.5	1.5
196	13. IV. 1896	×Lesves b. Namur, Belgien	Cg	3	3

Laufende Nummer	Gefallen oder Gefunden	Fallort	Art	Gewicht d. Hauptstücks	Gewicht im Ganzen
197	20. VI. 1897	×Lançon, Bouches-du-Rhône, Frankreich ...	Cwa	29	29
198	1. VIII. 1897	×Zavid, Rožanj, Bosnien	Cia	91.5	91.5
199	15. IX. 1897	×Gambat, Khairpur, Indien	Cia	0.5	0.5
200	Gefunden 1897	×Ness Co., Kansas, N. America	Cga	19.5	33
201	12. III. 1899	×Bjurböle, Stensbölle Fjord, Borgå, Finnland	Cca	298	298
202	10. VII. 1899	×Allegan, Allegan Co., Michigan, N. America	CcOrn	109	117
203	Bekannt 1900	×India Rico, Argentinien	Ck	1	1
204	5. VIII. 1901	×Andover, Oxford Co., Maine, N. America ..	Cc	8	8
		186 Chondrite			67864.5

Anhang.

Eisenführende Meteorsteine mit Chondren und Kohlegehalt.

Kohlige Chondrite.

Der Silicatgemengtheil besteht aus rhombischem Augit (Bronzit) und Olivin.

Laufende Nummer	Gefallen oder Gefunden	Fallort	Art	Gewicht d. Hauptstücks	Gewicht im Ganzen
205	15. III. 1806	Alais, Gard, Frankreich	K	14	22.5
206	13. X. 1838	Cold Bokkeveld, Capland, Südafrica	K	9	19
207	15. IV. 1857	Kaba, Debreczin, Ungarn	K	0.5	0.5
208	14. V. 1864	Orgueil, Tarn et Garonne, Frankreich	K	150	150
209	1. VII. 1879	Nogoyá, Entre Rios, Argentina	K	974	1797
210	18. VI. 1889	×Mighei. Mittel-Russland	K	20	20
211	7. IV. 1891	×Indarch, Schuscha, Transkaukasien, Russland	Kc	14.5	14.5
		7 kohlige Chondrite			2023.5

II. Mesosiderite.

Übergänge von den Meteorsteinen zu den Meteoreisen.

Bestehen aus einem Eisennetz, in welchem Olivin und Bronzit mit wechselnden Mengen von Plagioklas die Maschen füllen.

Laufende Nummer	Gefallen oder Gefunden	Fallort	Art	Gewicht d. Hauptstücks	Gewicht im Ganzen
212	4. VII. 1842	Barea, Logroño, Spanien	M	10	10
213	Gefunden 1856	Hainholz, Paderborn, Prov. Westfalen	M	215	456.5
214	Gefunden 1856	×Mincy, Taney Co., Arkansas, N. America...	M	68	106
215	Gefunden 1857	×Macquaire River, N. S. Wales, Australien ..	M	14.5	14.5
216	Gefunden 1861	Vaca Muerta (Sierra del Chaco), Atacama, S. America	M	398	443
217	10. V. 1879	Estherville, Emmet Co., Iowa, N. America ..	M	97	150
218	Gefallen V. 1880	×Veramin, Teheran, Persien	M	7	7
219	Gefunden 1887	Crab Orchard, Cumberland Co., Tennessee, N. America	M	40	49.5

Laufende Nummer	Gefallen oder Gefunden	Fallort	Art	Gewicht d. Hauptstücks	Gewicht im Ganzen
220	Gefunden 1887	×Morristown, Hamblen Co., East Tennessee. N. America	M	165	165
221	Gefunden 1888	×Doña Inez, Atacama, Chile, S. America	M	19.5	19.5
222	Gefunden 1888	×Llano del Inca, Atacama, Chile, S. America	M	56.5	56.5
		11 Mesosiderite			1477.5

Anhang.

Lodranit.

		Krystallinisch-körniges Gemenge von Olivin und Bronzit in einem feinen zusammenhängenden Netz von Nickeleisen.	Lo		

Laufende Nummer	Erwähnt, Gefunden oder Beschrieben	Fundort und Fallort	Art	Gewicht d. Hauptstücks	Gewicht im Ganzen
		III. Meteoreisen mit Silicaten.			
		Pallasite. Bestehen aus einem Eisengerippe mit Silicatkörnern.			
		a. Olivin-Pallasite. Bestehen aus einem Eisengerippe mit Körnern von Olivin.			
223	1749	Krasnojarsk, Jeniseisk, Sibirien (Pallaseisen)	PO	887	3117.5
224	1800	Imilac, Atacama, Bolivia, S. America	PO	3010	3793
224	Gefunden 1879	Campo del Pucara, Catamarca, Argent. Rep.	PO	1.5	1.5
225	1802	Albacher Mühle, Bitburg, Niederrhein	POb		
		a) Nichtversehrt		10	10
		b) Umgeschmolzen		757	2780
226	1810	Rokičky, Brahin, Minsk, Russland	PO	254	313.5
227	1859	Port Orford, Rogue River Mountains, Oregon, N. America	PO	—	—
228	Gefallen? 1870	×Admire, Lyon Co., Kansas, N. America	PO	31.5	31.5
229	1880	Eagle Station, Carrol Co., Kentucky, N. America	PO	148	148
230	1885	Pawlodar, Semipalatinsk, Asiat. Russland	PO	27	27
231	1886 (1885?)	×Brenham Township, Kiowa Co., Kansas, N. America	POb	135	221
		b. Bronzit-Pallasit, Siderophyr. Besteht aus einem Eisengerippe mit Körnern von Bronzit und accessorischem Tridymit.			
232	1751	Steinbach, Sachsen	PB	22.5	47
	1833	Steinbach, Sachsen (Rittersgrün)	PB	3682	4247.5
	1861	Steinbach, Sachsen (Breitenbach, Böhmen)	PB	111.5	151
		10 Pallasite			14888.5

Laufende Nummer	Erwähnt, Gefunden oder Beschrieben	Fundort und Fallort	Art	Gewicht	
				d. Hauptstücks	im Ganzen
		IV. Meteoreisen.			
		a. Oktaëdrische Meteoreisen.			
		Zeigen Schalenaufbau (z. Th. Zwillingsbildung) oder Skeletbildung nach dem Oktaëder und geben diesen Aufbau, zu dem verschiedene, mehr oder weniger nickelhaltige Eisensorten (Balkeneisen [Kamacit], Bandeisen [Taenit], Fülleisen [Plessit]) beitragen, durch Anätzen zu erkennen. Hierdurch entstehen, bei der verschiedenen Angreifbarkeit jener Eisensorten durch Säuren, die Widmannstätten'schen Figuren.			
233	Um 1400	Elbogen, Böhmen	Om	165	225
234	Bekannt etwa 1600	La Caille, Grasse, Var, Frankreich	Om	94	102.5
235	26. V. 1751	Hraschina, Agram, Croatien	Om	10.5	27.5
236	1780	×Descubridora, San Luis Potosi, Mexico	Om	125	125
237	1784	Bemdegó, Bahia, Brasilien	Og	33	34.5
238	1784	Sierra blanca, Durango, Mexico	Og	141	147.5
239	1784	Xiquipilco, Toluca, Mexico	Om	32965	54861
240	1804	Misteca, Oaxaca, Mexico	Om	1228	1231
241	1804	×Charcas, San Luis Potosi, Mexico	Om	28	28
242	1804	Durango, Mexico	Om	544	782
243	1808	Cross Timbers, Red River, Texas, N. America	Om	106	136
244	1810	Santa Rosa, Tunja, Colombia (Von Boussingault an A. von Humboldt.)	Off	499	973.5
245	1814	Lenarto, Sároser Com., Ungarn	Om	249.5	532
246	1818	Cambria, Lockport, New York, N. America	Of	193	240.5
247	vor 1819	Burlington, Otsego Co., New York, N. America	Om	104	118.5
248	1820	Guilford Co., N. Carolina, N. America	Om	0.5	0.5
249	1829	Bohumilitz, Prachin, Böhmen	Og	1329.5	1405.5
250	1835	Black Mountain, Buncombe Co., N. Carolina, N. America	Og	32.5	33.5
251	1836	Wichita Co., Brazos, Texas, N. America	Og	10	10
252	1839	Baird's Farm, Asheville, N. Carolina, N. America	Om	6	13
253	1839	Putnam Co., Georgia, N. America	Of	24.5	24.5
254	1840	Cosby's Creek (Cocke Co., Sevier Co., Tennessee), N. America	Og	198	338
255	1840	Carthago, Caney Fork, Smith Co., Tennessee, N. America	Om	771.5	819.5
256	1840	Magura, Szlanicza, Arva, Ungarn	Og	6220	10106
257	1840	Smithville, De Calb Co., Tennessee, N. America	Og	2.5	2.5
258	1846	×Jackson Co., Nashville, Tennessee, N. America	Om	2	2
259	1846	Netschaëvo, Tula, Russland	OmN	382	562
260	1847	Seeläsgen, Prov. Brandenburg	Ogg	1635	4385
261	1850	Ruff's Mountain, Lexington Co., S. Carolina, N. America	Om	142	275
262	1850	Salt River, Kentucky, N. America	Off	19.5	19.5

Laufende Nummer	Erwähnt, Gefunden oder Beschrieben	Fundort und Fallort	Art	Gewicht d. Hauptstücks	Gewicht im Ganzen
263	1850	Schwetz, Rgbz. Marienwerder, Prov. West-Preussen	Om	5006	10178.5
264	1850	Seneca Falls. Seneca River. New York. N. America	Om	17	17
265	1852	×Chupaderos, Chihuahua, Mexico	Of	190	190
266	1853	Löwenfluss, Seitenfluss d. gr. Fischflusses, S. Africa	Of	60	74.5
267	1853	Tazewell, Claiborne Co., Tennessee, N. America	Off	609	722
268	1854	Cranbourne, Melbourne, Victoria, Australien	Og	236	279
269	1854	Jewell Hill, Madison Co., N. Carolina, N. America	Of	101	101
270	1854	Madoc, Ob. Canada, N. America	Of	29	29
271	1854	Sarepta, Saratow, Russland	Og	1860	1962
272	1854	Werchne Udinsk, Niro, Witim, Sibirien	Om	569	569
273	1856	Denton Co., Texas, N. America	Om	11	11
274	1856	Fort Pierre, Nebrasca, Missouri, N. America	Om	12.5	12.5
275	1856	Orange River (Garib), S. Africa	Om	28.5	28.5
276	1858	Staunton, Augusta Co., Virginia, N. America	Om	1470.5	1521.5
277	1858	Trenton, Milwaukee, Wisconsin, N. America	Om	1398	1420
278	1858	Wooster, Wayne Co., Ohio, N. America	Om	1	1
279	1860	Cleveland, Ost Tennessee, N. America (Von Adae an Ehrenberg.)	Om	39	39
280	1860	Coopertown, Robertson Co., Tennessee, N. America	Om	172	172
281	1860	Lagrange, Oldham Co., Kentucky, N. America	Of	592	1013
282	1860	Marshall Co., Kentucky, N. America	Om	72.5	72.5
283	1863	×Nejed, Wadee Banee, Khaled, Centr. Arabien	Om	29	29
284	1863	Russel Gulch, Gilpin Co., Colorado, N. America	Of	502	502
285	1863	×Saint François Co., Missouri, N. America	Og	6	6
286	1863	×Smith's Mountain, Rockingham Co., N. Carolina, N. America	Of	8.5	8.5
287	1866	Bear Creek, Denver Co., Colorado, N. America	Of	44	76
288	1866	×Juncal, Paypote, Atacama, Chile	Om	57	57
289	1867	×Casas grandes, Chihuahua, Mexico	Og	217	217
290	1869	×Caperr, Patagonien, S. America	Om	2.5	2.5
291	1871	×Bacubirito, Ranchito, Mexico	Off	365	365
292	1876	×Sacramento Mountains, Eddy Co., New Mexico, N. America	Og	764	764
293	1877	Dalton, Whitfield Co., Georgia, N. America	Om	30.5	30.5
294	1879	×Niagara, Forks Co., Nord Dakota, N. America	Om	3.5	4
295	1880	×Lexington Co., S. Carolina, N. America	Og	194.5	194.5
296	1881	×Costilla Peak, Colorado, N. America	Om	147	147
297	1883	×Old Fork of Jenny's Creek, Wayne Co., West-Virginia, N. America	Og	5	5
298	1883	×Sao Julião de Moreira, Ponte de Lima, Minho, Portugal	Ogg	186.5	291
299	1883	×Walker Township, Grand Rapids, Michigan, N. America	Of	265	265
300	1884	Glorieta Mountain b. Canoncito, Sta. Fé Co., N. Mexico, N. America	Om	9615	9868
301	1884	Joe Wright, Independence Co., Arkansas, N. America	Om	64.5	125.5

Laufende Nummer	Erwähnt, Gefunden oder Beschrieben	Fundort und Fallort	Art	Gewicht d. Hauptstücks	Gewicht im Ganzen
302	1884	×Merceditas, Santiago, Chile	Om	154.5	177.5
303	1884	×Penkarring Rock, Youndegin, W. Australien	Og	77	77
304	1885	Jamestown, Stutsman Co., N. Dakota, N. America	Of	128.5	128.5
305	1885	×Puquios, Chile	Om	28	63.5
306	1886	×Thunda, Windorah, Queensland, Australien	Om	42.5	42.5
307	1886	×Tonganoxie, Leavenworth Co., Kansas, N. America	Om	8	8
308	1887	×Carlton, Hamilton Co., Texas, N. America	Of	70	70
309	1887	×Silver Crown, Laramie Co., Wyoming, N. America	Og	172	172
310	1887	×Waldron Ridge bei Tazewell, Claiborne Co., Tennessee, N. America	Og	366	366
311	1888	Bella Roca, Sierra de San Francisco, Santiago, Papasquiaro, Durango, Mexico	Of	38.5	38.5
312	1888	×Bischtübe, Gouv. Turgaisk, Russland	Og	174	174
313	1888	×St. Geneviève Co., Missouri, N. America	Of	257	257
314	1888	×Thurlow, Hastings Co., Ontario, Canada	Om	18	18
315	1888	×Welland, Ontario, Canada, N. America	Om	43.5	43.5
316	1889	×Independence, Kenton Co., Kentucky, N. America	Om	292	406.5
317	1890	×Apoala, Oaxaca, Mexico	Om	457	457
318	1890	×Augustinowka, Gouv. Ekaterinoslaw, Russland	Om	24.5	24.5
319	1890	×Bridgewater Station, Burke Co., N. Carolina, N. America	Of	141	141
320	1890	×Franceville, El Paso Co., Colorado, N. America	Om	123	123
321	1891	×Cañon Diablo, Arizona, Neu Mexico, N. America	Og	1585	1692.5
322	1891	×Toubil, Jeniseisk, Russland	Om	86.5	86.5
323	1892	×Roebourne, Nordwestaustralien	Om	177	265
324	1892	×Mount Stirling, Westaustralien	Og	471	471
325	1893	×Ballinoo, Murchison River, Westaustralien	Off	246	281
326	1893	×El Capitan, Neu Mexico, N. America	Om	2	2
327	1893	×Oroville, Butte Co., Californien	Om	23.5	23.5
328	1893	×Plymouth, Marshall Co., Indiana, N. America	Om	103.5	103.5
329	1894	×Arlington, Sibley Co., Minnesota, N. America	Om	55	55
330	1894	×Canton, Cherokee Co., Georgia, N. America	Og	152	152
331	1895	×Nocoleche, Wanaaring, N. S. Wales	Om	9.5	12.5
332	1895	×Oscuro Mountains, Socorro Co., Neu Mexico, N. America	Og	18.5	18.5
333	1896	×Beaconsfield, Victoria, Australien	Ogg	236	236
334	1896	×Luis Lopez, Socorro Co., Neu Mexico, N. America	Om	32	32
335	vor 1897 (1893?)	×Mooranoppin, Westaustralien	Ogg	38.5	38.5
336	1896	×Sacramento Mounts, Badger Co., Neu Mexico, N. America	Og	19.5	19.5
337	1897	×Lipan Flats, San Angelo, Tomgreen Co., Texas, N. America	Om	196.5	196.5
338	1897	×Mungindi, Queensland, Australien	Off	475	546
339	1897	×Rosario, Honduras, C. America	Om	40	40
340	1901	×Rhine Valley (Villa?), Südaustralien	Og	123.5	123.5
341	1902 (1887?)	×Algoma, Wisconsin, N. America	Om	2	5

Laufende Nummer	Erwähnt, Gefunden oder Beschrieben	Fundort und Fallort	Art	Gewicht d. Hauptstücks	Gewicht im Ganzen
		Anhang.			
		Grobkörnige Aggregate oktaëdrischer Meteoreisen.			
342	1792	Zacatecas, Mexico	ObZ	1219	1410
343	1810	Sta. Rosa, Marktplatz (Karsten), Colombia	ObZ	0.5	0.5
		Sta. Rosa, Marktplatz (Wilhelm Reiss), Colombia	ObZ	169	209
344	1853	Union Co., Georgia, N. America	ObZ	39.5	54
345	1856	Nelson Co., Kentucky, N. America	ObZ	258	358.5
346	1863	Copiapo, Sierra di Deesa, Chile	ObC	2915	3443
347	1887	×Mount Joy, Adams Co., Pennsylvanien, N. America	ObZ	954	1100
348	15. VI. 1900	×N'Goureyma, Prov. Macina, Sudan	ObZ	29	29
		116 oktaëdrische Eisen			122723.5
		b. Hexaëdrische Meteoreisen.			
		Zeigen durchgreifende, hexaëdrische Spaltbarkeit, keine oktaëdrische Schalenbildung, und geben beim Anätzen in vielen Fällen durch die Neumann'schen Linien eingelagerte Zwillingslamellen nach dem Oktaëder zu erkennen.			
349	1834	Lime Creek, Claiborne, Alabama, N. America	H	154	157
350	Gefallen (Herbst?) 1837	Coahuila, Mexico (Santa Rosa-Saltillo)	H	16	16
		Coahuila, Mexico (Santa Rosa)	H	6	6
		Coahuila, Mexico (Bolson de Mapini)	H	1311.5	1554.5
351	14. VII. 1847	Braunau, Böhmen	H	1354	1624
352	1850	Pittsburg, Alleghany Co., Pennsylvanien, N. America	H	1	1
353	1855	×Central Missouri, N. America	Hb	238	238
354	1863	Dakota, Indian Territory, N. America	H	55	55
355	1867	Auburn, Macon Co., Alabama, N. America	H	17.5	17.5
356	1867	Scottsville, Allen Co., Kentucky, N. America	H	72.5	72.5
357	1872	×Nenntmannsdorf, Pirna, Sachsen	H	4	4
358	1878	×Tombigbee River, Choctaw Co., Alabama, N. America	H?	102.5	102.5
359	1879	×Lick Creek, Davidson Co., N. Carolina, N. America	H	11	11
360	1882	×Fort Duncan, Maverick Co., Texas, N. America	H	579	686.5
361	1882	×Hex River Mounts, Capland, S. Africa	H	80.5	80.5
362	1887	×San Antonio, Kendall Co., Texas, N. America	Hb	51	51
363	1887	×Hollands Store, Sommerville, Chattooga Co., Georgia, N. America	Hb	51.5	51.5
364	1899	×Murphy, Cherokee Co., N. Carolina, N. America	H	217	217
		16 hexaëdrische Eisen			4945.5

Laufende Nummer	Erwähnt, Gefunden oder Beschrieben	Fundort und Fallort	Art	Gewicht d. Hauptstücks	Gewicht im Ganzen
		c. Dichte Meteoreisen.			
365	1716	Siratik, Senegal, Westafrica	Dbγ	64.5	73.5
366	1783	Campo del Cielo. Otumpa, Tucuman, Argentina	Dbγ	131	191
367	1793	Capland. Südafrica	Daβ	438	744
368	1810	Rasgata, Zipaquira, Colombia	Dbγ	79.5	130
369	1840	Smithland, Livingston Co., Kentucky, N. America	Dbα	14	14
370	1842	Babb's Mill, Green Co., Tennessee, N. America	Dbα	42.5	48
371	1846	×Deep Springs Farm, Rockingham Co., N. Carolina, N. America	Dbα	314	314
372	1847	Chesterville, Chester Co., S. Carolina, N. America	Dbγ	148	395
373	1850	Muchachos, Tucson, Arizona (Carleton), N. America	Dbβ	27	27
	1869	Muchachos, Tucson, Arizona (Ainsa, Sonora), N. America	Dbβ	2	2
374	1857	×Locust Grove, Henry Co., Georgia, N. America	Dbγ	65	65
375	1862	×Kokomo, Howard Co., Indiana, N. America	Daβ	7	7
376	1869	Shingle Springs, Eldorado Co., Californien, N. America	Daβ	61	61
377	1871	Iquique, Peru	Daβ	10625	10650
378	1888	×Primitiva, Salitra, Tarapaca, Chile	Dbγ	32.5	32.5
379	1891	×Sierra de la Ternera, Atacama, Chile	Daβ	652.5	652.5
380	1895	×Forsyth Co., Georgia, N. America	Dbγ	412.5	412.5
		16 dichte Eisen			13819

III. Zusammenstellung der Arten der Meteoriten.

1. Eukrit (Eu). Augit und Anorthit.
   Stannern 1808. Jonzac 1819. Juvinas 1821.
2. Howardit (Ho). Bronzit, Olivin, Augit, Anorthit.
   Sanct Nicolas 1803. Luotolaks 1813. Nobleborough 1823. Bialystock 1827. La Vivionnère 1845. Petersburg 1855.
3. Bustit (Bu). Bronzit und Augit.

---

4. Amphoterit (Am). Bronzit und Olivin.
   Manbhoom 1863. Jelica 1889.
5. Shergottit (She). Augit und Maskelynit.

---

6. Rodit (Ro). Bronzit und Olivin.

---

7. Chladnit (Chl). Bronzit.
   Manegaon 1843. Shalka 1850. Ibbenbühren 1870.
8. Chladnit, geadert (Chla).
   Bishopville 1843.
9. Angrit (A). Augit, untergeordnet Olivin und Magnetkies.
   Angra dos Rais 1869.
10. Chassignit (Cha). Olivin.
    Chassigny 1815.
11. Ureïlit (Ur). Olivin und Augit mit Eisenadern, führt Diamant.
    Nowo-Urej 1886.
12. Howarditischer Chondrit (CHo).
    Siena 1794. Borgo San Donino 1808. Harrison Co. 1859. Krähenberg 1869. Ottawa 1896.
13. Howarditischer Chondrit, geadert (CHoa).

---

14. Weisser Chondrit (Cw).
    Mauerkirchen 1768. High Possil 1804. Hacienda de Bocas 1804. Mooradabad 1808. Alexejewka, Bachmut 1814. Zaborzika 1818. Pusinsko Selo 1842. Linum 1854. Kaande 1855. Tourinnes la Grosse 1863. Dolgowoli 1864. La Bécasse 1879. Pricetown 1893.
15. Weisser Chondrit, geadert (Cwa).
    Lucé 1768. Jigalowka 1787. Wold Cottage 1795. Asco 1805. Kuleschowka 1811. Politz 1819. Allahabad 1822. Honolulu 1825. Drake Creek 1827. Forsyth 1829. Aumières 1842. Hartford 1847. Castine 1848. Girgenti 1853. Scheikahr Stattan 1863. Gross-Liebenthal 1881. Mócs 1882. Chandpur 1885. Maêmê 1886. Lançon 1897.
16. Weisser Chondrit, breccienähnlich (Cwb).
    Lissa 1808. Bandong 1871. Aleppo 1873. Vavilowka 1876. Pacula 1881.

17. Intermediärer Chondrit (Ci).
Mhow 1827. Deal 1829. Charwallas 1834. Dhurmsala 1860. Butsura 1861. Canellas 1861. Rakowka 1878. Alfianello 1883. San Pedro Springs? 1887. Fisher, Polk Co. 1894.

18. Intermediärer Chondrit, geadert (Cia).
Schellin 1715. Salles 1798. Berlanguillas 1811. Toulouse 1812. Agen 1814. Durala 1815. Vouillé 1831. Macao 1836. Château Renard 1841. Mainz 1852. New Concord 1860. Nerft 1864. Dandapur 1878. Bori 1894. Zavid 1897. Gambat 1897.

19. Intermediärer Chondrit, breccienähnlich (Cib).
Luponnas 1753. Laigle 1803. Chandakapoor 1838. Laborel 1871. Bjelokrynitschie 1887.

20. Grauer Chondrit (Cg).
Seres 1818. Knyahinya 1866. Lesves 1896.

21. Grauer Chondrit, geadert (Cga).
Barbotan 1790. Saurette 1803. Darmstadt 1804. Charsonville 1810. Lasdany 1820. Znorow 1831. Blansko 1833. Grüneberg 1841. Monroe 1849. Parnallee 1857. Veresegyháza 1857. Kakowa 1858. Alessandria 1860. Udipi 1866. Kerilis 1874. Hungen 1877. Cronstadt 1877. Ness Co. 1897.

22. Grauer Chondrit, breccienähnlich (Cgb).
Sena 1773. Doroninsk 1805. Chantonnay 1812. Limerik 1813. Okniny 1834. Akburpoor 1838. Mezö Madarász 1852. Molina 1858. Elgueras 1866. Pultusk 1868. Castalia 1874. Homestead 1875. Ställdalen 1876. Midt Vaage 1884.

23. Chondrit-Orvinit (CO).
Orvinio 1872.

24. Chondrit-Tadjerit (CT).

---

25. Schwarzer Chondrit (Cs).
Renazzo 1824. Mikenskoi 1861. Mac Kinney 1870. Farmington, Washington Co. 1890.

26. Kügelchenchondrit (Cc).
Albareto 1766. Wittmess 1785. Bjelaja Zerkow 1796. Benares 1798. Timoschin 1807. Slobodka 1818. La Baffe 1822. Praskoles 1824. Nanjemoy 1825. Krasnoj Ugol 1829. Pine Bluff 1839. Le Pressoir 1845. Yatoor 1852. Borkut 1852. Avilez 1856. Quenggouk 1857. Aussun 1858. Kheragur 1860. Rushville 1866. Motta di Conti 1868. Hessle 1869. Sarbanovac 1877. Tieschitz 1878. Gnadenfrei 1879. Assisi 1886. Antifona 1890. Misshof 1890. Ambapur Nagla 1895. Andover 1901.

27. Kügelchenchondrit, geadert (Cca).
Utrecht 1843. Trenzano 1856. Sikkensaare 1872. Nammianthal 1886. Bjurböle 1899.

28. Kügelchenchondrit, breccienähnlich (Ccb).
Krawin 1753. Weston 1807. Mooresfort 1810. Cereseto 1840. Kesen 1850. Gütersloh 1851. Gnarrenburg 1855. Heredia 1857. Waconda 1874. Ochansk a. d. Kama 1887. Forest, Winnebago Co. 1890. Bath 1892.

29. Kügelchenchondrit-Ornansit (CcOrn).
Ornans 1868. Warrenton 1877. Allegan 1899.

30. Kügelchenchondrit-Ngawit (CcN).
Ngawi 1883.

31. Krystallinischer Kügelchenchondrit (Cck).
Richmond 1828. Menow 1862. Beaver Creek 1893. Prairie Dog Creek 1893.

32. Krystallinischer Chondrit (Ck).
Erxleben 1812. Simbirsk 1838. Klein Wenden 1843. Cosina 1844. Segowlee 1853. Stawropol 1857. Aukoma 1863. Kernouvé 1869. Tjabé 1869. Toke uchi mura 1880. Alastoewa 1884. Ergheo 1889. Long Island 1891. Guareña 1892. Oakley 1895. India Rico 1900.

33. Krystallinischer Chondrit, geadert (Cka).

---

34. Krystallinischer Chondrit, breccienähnlich (Ckb).
Ensisheim 1492. Bluff 1878.

35. Kohliger Chondrit (K).
Alais 1806. Cold Bokkefeld 1838. Kaba 1857. Orgueil 1864. Nogoyá 1879. Migheï 1889.

36. Kohliger Kügelchenchondrit (Kc).
Indarch 1891.

37. Mesosiderit (M).
Barea 1842. Hainholz 1856. Mincy 1856. Macquaire River 1857. Vaca Muerta 1861. Estherville 1879. Veramin 1880. Crab Orchard 1887. Morristown 1887. Doña Inez 1888. Llano del Inca 1888.

38. Lodranit (Lo).

---

39. Olivin Pallasit (PO).
Krasnojarsk 1749. Imilac 1800. Campo del Pucara 1879. Rokičky 1810. Port Orford 1859. Admire 1870. Eagle Station 1880. Pavlodar 1885.

40. Olivin-Pallasit, breccienähnlich (POb).
Albacher Mühle 1802. Brenham 1886.

41. Bronzit-Pallasit, Siderophyr (PB).
Steinbach 1751. Rittersgrün 1833. Breitenbach 1861.

42. Oktaëdrische Eisen mit feinsten Lamellen (Off).
Santa Rosa, Tunja 1810. Saltriver 1850. Tazewell 1853. Bacubirito 1871. Ballinoo 1893. Mungindi 1897 (manch Mal Of).

43. Oktaëdrische Eisen mit feinen Lamellen. Victoriagruppe (OfV).

---

44. Oktaëdrische Eisen mit feinen Lamellen (Of).
Cambria 1818. Putnam Co. 1839. Chupaderos 1852. Löwenfluss 1853. Jewell Hill 1854. Madoc 1854. Lagrange 1860. Russel Gulch 1863. Smith's Mountain 1863. Bear Creek 1866. Walker Township 1883. Jamestown 1885. Carlton 1887. Bella Roca 1888. St. Geneviève Co. 1888. Bridgewater 1890.

45. Oktaëdrische Eisen mit mittleren Lamellen (Om).
Elbogen um 1400. La Caille etwa 1600. Hraschina 1751. Descubridora 1780. Xiquipilco 1784. Misteca 1804. Charcas 1804. Durango 1804. Cross

Timbers 1808. Lenarto 1814. Burlington vor 1819. Guilford 1820. Baird's Farm 1839. Carthago 1840. Jackson Co. 1846. Ruff's Mountain 1850. Schwetz 1850. Seneca Falls 1850. Werchne Udinsk 1854. Denton Co. 1856. Fort Pierre 1856. Orange River 1856. Staunton 1858. Trenton 1858. Wooster 1858. Cleveland 1860. Coopertown 1860. Marshall Co. 1860. Nejed 1863. Juncal 1866. Caperr 1869. Dalton 1877. Niagara 1879. Costilla Peak 1881. Glorieta Mountain 1884. Joe Wright 1884. Merceditas 1884. Puquios 1885. Thunda, Windorah 1886. Tonganoxie 1886. Thurlow 1888. Welland 1888. Independence 1889. Apoala 1890. Augustinowka 1890. Franceville 1890. Toubil 1891. Roebourne 1892. El Capitan 1893. Oroville 1893. Plymouth 1893. Arlington 1894. Nocoleche 1895. Luis Lopez 1896. Lipan Flats 1897. Rosario 1897. Algoma 1902 (1887?).

46. Oktaëdrische Eisen mit groben Lamellen (Og).

Bemdego 1784. Sierra blanca 1784. Bohumilitz 1829. Black Mountain 1835. Wichita Co. 1836. Cosby's Creek 1840. Magura 1840. Smithville 1840. Cranbourne 1854. Sarepta 1854. Saint François Co. 1863. Casas grandes 1867. Sacramento Mountains 1876. Lexington Co. 1880. Old Fork of Jenny's Creek 1883. Penkarring Rock 1884. Silver Crown 1887. Waldron Ridge 1887. Bischtübe 1888. Cañon Diablo 1891. Mount Stirling 1892 (z. Th. Ogg). Canton 1894. Oscuro Mountains 1895. Sacramento Mounts, Badger Co. 1896. Rhine Valley (Villa?) 1901.

47. Oktaëdrische Eisen mit gröbsten Lamellen, zum Theil von wechselnder Lamellenbreite (Ogg).

Seeläsgen 1847. Sao Julião 1883. Beaconsfield 1896. Mooranoppin vor 1897 (1893?).

48. Oktaëdrische Meteoreisen. Netschaëvogruppe (OmN).

Netschaëvo 1846.

49. Grobkörnige Aggregate oktaëdrischer Meteoreisen. Zacatecasgruppe (ObZ).

Zacatecas 1792. Santa Rosa Marktplatz 1810. Union Co. 1853. Nelson Co. 1856. Mount Ioy 1887. N' Goureyma 1900.

50. Grobkörnige Aggregate oktaëdrischer Meteoreisen. Copiapogruppe (ObC).

Copiapo 1863.

51. Normale hexaëdrische Eisen (H).

Lime Creek 1834. Coahuila 1837. Braunau 1847. Pittsburg 1850. Dakota 1863. Auburn 1867. Scottsville 1867. Nenntmannsdorf 1872. Tombigbee River 1878. Lick Creek 1879. Fort Duncan 1882. Hex River Mounts 1882?. Murphy 1899.

52. Breccienähnliche hexaëdrische Eisen (Hb).

Central Missouri 1855. San Antonio 1887. Hollands Store 1887.

53. Körnige bis dichte Eisen mit orientirten Schlieren (Da).

α. oktaëdrische Schlieren.

β. hexaëdrische Schlieren.

Capland 1793. Kokomo 1862. Shingle Springs 1869. Iquique 1871. Sierra de la Ternera 1891.

54. Körnige bis dichte Eisen, schlierenfrei, Ataxite (Db).

α. nickelreich.

Smithland 1840. Babbs Mill 1842. Deep Springs Farm 1846.

β. mit accessorischem Forsterit.

Muchachos, Carleton Tucson 1851. Muchachos, Ainsa Tucson 1869.

γ. nickelarm.

Siratik 1763. Campo del Cielo 1783. Rasgata 1810. Chesterville 1847. Locust Grove 1857. Primitiva 1888. Forsyth 1895.

IV. Bemerkungen.

1. Meteorsteine.

Stannern 1808. Unter den Stücken von Stannern befindet sich eins von 58^{gr}, das Hr. Staatsrath von Fischer an A. von Humboldt gab. Es ist von dem Stücke genommen, das G. Rose (Reise nach dem Ural 1837, Bd. I, S. 75) in den naturwissenschaftlichen Sammlungen der Universität Moskau gesehen hat und das von Smolensk stammen sollte. G. Rose erkannte schon damals die grösste Ähnlichkeit mit Stannern. Er sagt auch in den Bemerkungen zu seinem handschriftlichen Katalog[1]: »Der Stein sollte angeblich in Smolensk gefallen sein; doch habe ich keine Bedenken getragen, ihn zu den Stannern'schen Stücken zu legen«.

Nach meiner Untersuchung ist dies nur zu bestätigen.

Der Stein ist ein Eukrit, besteht, schon äusserlich kenntlich, aus Feldspath und Augit und hat eine schwarze, glänzende Rinde. Mikroskopisch lässt sich der Feldspath leicht als Anorthit erkennen.

Hr. Wülfing (Die Meteoriten in Sammlungen 1897, S. 331 bis 332) gibt die Herkunft, wie oben mitgetheilt, an, sagt indessen ferner: »Rose erhielt ein Stück, welches aber in seinem Katalog von 1862« (Monatsber. d. Königl. Preuss. Akad. d. Wiss. 1862, S. 551—558) »unter den Chondriten aufgeführt wird«.

Das von Rose als Stannern erkannte Stück wiegt 58^{gr}, das im Katalog 1862 unter Slobodka aufgeführte Gewicht des Hauptstücks[2] ist 1862 = 10.61 Loth = 177^{gr}, 1864 = 7.45 Loth = 124^{gr} angegeben.

Als Slobodka besitzen wir zur Zeit 124^{gr} aus der Sammlung Bergemann, das Gewicht des ehemals, 1862, vielleicht noch als Slo-

[1] Derselbe ist leider ohne Jahreszahl der Aufstellung, aber wohl sicher bald nach 1862 angelegt.

[2] Soll wahrscheinlich aller Stücke heissen.

bodka bezeichneten, später, 1863/64, von G. Rose sicher als Stannern erkannten Stücks beträgt 58^{gr}, ungefähr gleich der Differenz $177 - 124 = 53^{gr}$.

In der Arbeit »Beschreibung und Eintheilung der Meteoriten u. s. w. zu Berlin 1864« (Abh. d. Königl. Preuss. Akad. d. Wiss. 1863) erscheint Slobodka mit 7.45 Loth $= 124^{gr}$. Es ist dies das Stück aus der Bergemann'schen Sammlung. Danach ist ersichtlich, dass G. Rose jedenfalls von 1863/64 ab das Stück von Stannern (in Moskau als Smolensk bezeichnet) an seine richtige Stelle gesetzt hat.

Der aus der Erzherzog Stephan-Carl Rumpff'schen Sammlung stammende, als Timoschin 1807 bezeichnete Meteorit von $54^{gr}5$ Gewicht, ohne Rinde, ist nach makroskopischer und mikroskopischer Untersuchung Stannern.

Man sieht also, dass in den alten Sammlungen zwischen Stannern, Slobodka und Timoschin Verwechselungen stattgefunden haben, die bezüglich Slobodka und Timoschin unter einander (beides sind Kügelchenchondrite, Slobodka hat weniger Kügelchen als Timoschin) leicht möglich sind.

Timoschin 1807. Das aus der Erzherzog Stephan-Rumpff'schen Sammlung stammende Stück Stannern von $464^{gr}5$ ist sicher nicht daher, da es sich als ein Kügelchenchondrit mit schwarzer Rinde, die glanzlos ist, erweist. Wie ich früher hervorhob (diese Sitzungsber. 1889, S. 861), ist das betreffende Stück eins derer, die nach eingehendem Vergleich entweder von Slobodka 1818 oder Timoschin 1807 stammen.

Aus der Ähnlichkeit, die das Stück von Timoschin von $464^{gr}5$ Gewicht mit einem Exemplar der Chladni'schen Sammlung hat und aus später bei Slobodka 1818 zu erwähnenden Gründen stelle ich dieses Stück zu Timoschin, so dass es dessen Hauptstück von $464^{gr}5$ wird und das Gewicht im Ganzen 898^{gr} erreicht.

Slobodka 1818. Da Hr. Wülfing (a. a. O. 189) S. 332 angibt, dass das ursprüngliche Gewicht 2750^{gr} sei, in den Sammlungen aber 2696^{gr} liegen, so können beide seiner Zeit von mir als Slobodka? (oder Timoschin) bezeichneten Stücke nicht zusammen von Slobodka sein. Wohl gilt dies für das kleinere Stück von $25^{gr}5$ Gewicht, das ein Kügelchenchondrit mit weniger Kügelchen als Timoschin und mit matter schwarzer Rinde ist. Hierdurch bleibt das nachgewiesene Gewicht von $2696 + 25.5 = 2721^{gr}5$ noch unter dem ursprünglichen. Ob es sicher ist, dass alle bei Wülfing genannten Sammlungen auch wirklich echtes Slobodka besitzen, ist nebenher noch eine offene Frage.

Dieses Stück von $25^{gr}5$ war in der Erzherzog Stephan-Rumpff'schen Sammlung als Grüneberg 1841 bezeichnet. Grüneberg ist aber ein grauer geaderter Chondrit und kann also nicht in Betracht kommen.

Das Hauptstück Slobodka wiegt 124^{gr}, das Gesammtgewicht ist $152^{gr}.5$.

Linum 1854. Der von G. Rose (diese Monatsber. 1854 und Pogg. Annalen 1855, Bd. 94, S. 169—172) beschriebene, aber nicht näher untersuchte Stein hat die Gestalt einer schiefen, vierseitigen Pyramide[1], deren Flächen (der Reihe 1, 2, 3, 4 nach gezählt) 1 gegen 4, 1 gegen 2 und 2 gegen 3 durch Grate von einander abgegrenzt sind, während 3 und 4 kegelmantelartig in einander übergehen.

Der erhöhten Spitze steht eine ziemlich flache, nach einer Seite hin eckig auslaufende Basis gegenüber. Auf der Fläche 2 beobachtet man in der Rinde ein eingeschmolzenes, schwarz gewordenes Silicat mit Fettglanz. Der Stein ist $9^{cm}.5$ hoch, 11^{cm} lang, $10^{cm}.5$ breit.

Die Rinde ist schwarz und matt, zum Theil rauh. Hie und da ist sie aufgerissen, was schon Rose angab. Ihre Dicke ist fast ein 1^{mm}. Diese relative bedeutende Stärke lässt den Schluss zu, dass der Meteorit leichtschmelzbare Silicate enthält.

Unter der Rinde tritt eine weisse, in's Grauliche abgetönte Grundmasse mit Eisenkörnern zu Tag. Diese Grundmasse ist äusserst bröckelig, fast sandig, so dass es in Anbetracht dieses Umstandes und bei den auf die Erhaltung der Form zu nehmenden Rücksichten nicht möglich ist, mehr als das Nothwendigste dem Stück zur Untersuchung zu entnehmen.

Bei näherer Betrachtung des Steins von Linum erkennt man, dass es ein weisser, eisenhaltiger Chondrit ist. Ausser dem metallischen Eisen, was sich deutlich zu erkennen gibt, ist noch ein Erz in dem Stein enthalten (Magnetkies, Troilit), da das Pulver auch deutliche metallglänzende, goldgelbe Partieen zeigt und mit HCl Reaction auf H^2S gibt.

Von Silicatbestandtheilen nimmt der Olivin den ersten Rang ein.

Er kommt in deutlichen, domatisch zugespitzten Krystalldurchschnitten, rectangulär geformten Bildungen und kleineren Bruchstücken vor. Wie immer die Olivingemengtheile auch gebildet sein mögen, alle sind sie nach den Spaltbarkeiten zertrümmert und geborsten, so dass ein erhaltener Krystalldurchschnitt kaum erscheint.

Das Mineral ist von starker Brechung und Doppelbrechung und von starkem Relief. Die Spaltbarkeiten nach den Pinakoiden sind meist zu den Auslöschungsrichtungen orientirt. In günstigen Fällen kann man die Axenebene, parallel zur Basisspaltbarkeit, grossen Axenwinkel und + Charakter der Mittellinie erkennen.

---

[1] Ähnliche Gestalten beobachtete ich bei den Meteoriten von Forest City, Winnebago Co, Iowa, U. S. A., gefallen 2. Mai 1890.

Der Bronzit ist nächst dem Olivin am meisten vorhanden. Er zeigt schwächere Brechung und Doppelbrechung als der Olivin und ebenso schwächeres Relief.[1] Die Augitspaltbarkeit tritt deutlich hervor und ebenso die Lage der Auslöschungsrichtungen in den Halbirenden der nahezu 90° Winkel.

Manchmal konnte man auf Schliffen mit Augitspaltbarkeit von annähernd 90° beobachten, dass ein grosser Axenwinkel und +Charakter der Doppelbrechung zu beobachten war. Dies weist auf eine Schlifflage parallel der Basis hin.

Die Bronzite geben selten zu Chondrenbildung Veranlassung und sind ebenso zerstückelt wie die Olivine.

Ausser Olivin, Bronzit, Eisen und Kies beobachtet man bisweilen, aber seltener, monoklinen Augit mit grossen Auslöschungsschiefen, hohem Relief und Zwillingsbildung.

Dann kommt, gern dem Eisen angelagert, ein weisses Mineral von geringer Doppelbrechung und niedrigem Relief vor. Es zeigt sich zumeist nur in kleinen zerbrochenen Partieen. Ich dachte zuerst an Maskelynit. Da aber, von denselben Eigenschaften, auch eine kleine rhombische Partie mit Zwillingslamellen nach der kurzen Diagonale gefunden wurde, so liegt wohl ein Plagioklas vor. Das Stückchen löscht im Hauptheil senkrecht und parallel zu den Diagonalen des Rhombus aus, die Lamellen dazu etwa unter 20°. Die lange Diagonale des Rhombus ist parallel der Axe kleinerer

---

[1] Durch diese Kennzeichen werden, wie bekannt, Olivin und Bronzit meist gut von einander unterschieden werden können.

Nützlich ist aber noch folgende Betrachtung: Da beim Olivin $\alpha = 1.697$, $\beta = 1.678$, $\gamma = 1.661$ ist, überdies $\alpha - \beta = 0.019$, $\beta - \gamma = 0.017$, $\alpha - \gamma = 0.036$ und die optisch-krystallographische Orientirung $\mathfrak{a} = b$, $\mathfrak{b} = c$, $\mathfrak{c} = a$ stattfindet, so liegen in nach c verlängerten Schnitten nicht immer die Richtungen relativ kleinerer Elasticität nach der Längserstreckung. Wohl ist dies der Fall auf $\infty P \bar{\infty}$ (100), kehrt sich aber auf $\infty P \breve{\infty}$ (010) um und hat auf einer Prismenfläche von Mittellage einen Wendepunkt. Hier wird die Schnittfläche (auf der eine optische Axe austritt) auf das Gypsblättchen vom Roth I. Ord. (kleinere Elasticitätsaxe MM im Mikroskop von links unten nach rechts oben) nicht mehr reagiren, während bei ersterer Schnittlage, wenn die lange Erstreckung in die Lage von MM kommt, die Farbe steigt, in der zweiten Lage $\infty P \breve{\infty}$ (010) die Farbe unter gleichen Umständen fällt.

Beim Bronzit ist $\alpha = 1.674$, $\beta = 1.669$, $\gamma = 1.665$, $\alpha - \beta$ wird $= 0.005$, $\beta - \gamma = 0.004$, $\alpha - \gamma = 0.009$. Das optisch-krystallographische Schema ist $\mathfrak{a} = a$, $\mathfrak{b} = b$, $\mathfrak{c} = c$.

Es folgt hieraus, dass in allen Schliffen aus der Prismenzone die lange Erstreckung nach c stets Axe kleinerer, die senkrechte Richtung darauf stets Axe grösserer Elasticität ($\mathfrak{b}, > \mathfrak{b} < \mathfrak{a}, \mathfrak{a}$) ist. Der Schliff verhält sich also stets wie ein Olivinschliff parallel $\infty P \bar{\infty}$ (100) und, wenn die lange Ausdehnung in die Richtung von MM im Gypsblättchen kommt, steigt die Farbe. Eine Umkehrung wie beim Olivin findet nicht statt; dies kann, neben den anderen Erkennungsmitteln, gut zur Unterscheidung von Olivin und Bronzit benutzt werden und ist auch mit einem Schliff im Drehapparat auszuführen.

Elasticität. Der Schnitt ist danach schief zu $\infty P \breve{\infty}$ (010). Bei der Seltenheit und Kleinheit der Partie sind fernere Untersuchungen nicht möglich. In Anbetracht des Erforschten dürfte es sich aber um einen Feldspath, etwa vom Charakter des Labradors, handeln.

Der Meteorit von Linum sollte seiner Eigenschaften wegen als Cwk = weisser, krystalliner Chondrit bezeichnet werden: vorerst lässt dies das System nicht zu[1] und er muss einstweilen unter den weissen Chondriten Cw geführt werden.

Man beobachtet vielfach, dass die Benennung nach der Farbe die Structur der Meteoriten nicht berücksichtigt und umgekehrt.

Cronstadt 1877. Der vorliegende Stein von 122^{gr} Gewicht stammt aus der hier angekauften Sammlung des verstorbenen Staatssecretärs des Reichspostamts VON STEPHAN und wurde demselben von Hrn. Dr. ADOLPH LASARD, damaligen Director der Vereinigten Deutschen Telegraphengesellschaft in der Transvaal-Republik, geschenkt.

Nach der Etiquette des Hrn. Dr. LASARD ist er bezeichnet als: »Meteor, gefallen 1878 in Kokstadt, Transvaalrepublik«.

Da nun, soweit ich es erheben konnte, in Kokstadt wohl ein Eisen, aber kein Stein gefallen ist, so wandte ich mich um Auskunft an Hrn. Dr. LASARD. Derselbe konnte aber damals, seines leidenden Zustandes wegen, keine Mittheilung mehr machen und so blieb mir nichts übrig, als ein Bruchstück an Hrn. FLETCHER in London einzusenden mit der Bitte nachzusehen, ob der sogenannte Stein von Kokstadt 1878, nicht etwa von Cronstadt, Orange River, Südafrica, gefallen 19. November 1877, sei, welche Vermuthung durch die ähnlichen Namen und die nahe bei einander liegenden Fallzeiten sehr wahrscheinlich gemacht war.

Hr. FLETCHER bestätigte dies in seinem ganzen Umfang und sonach würde der hiesige Stein unter die grauen, geaderten Chondrite gehören, was auch vollständig zutrifft. Der Stein ist 5^{cm} hoch, 4^{cm} breit, $3^{cm}.5$ tief. Er stellt ein unregelmässiges sechsseitiges Stück dar. An einer der sechs Seiten ist er, auf dem Wege zur Erde, abgebrochen und die Rinde durch Zuschmelzen wieder regenerirt. Auf den anderen Flächen ist die Rinde schwarz und matt; sie zeigt Erhabenheiten, überdies Piëzoglypten auf zwei Flächen. An der abgebrochenen Fläche ist der Stein angeschliffen. — Sein Gewicht mit 122^{gr} würde dem bei WÜLFING 1897 a. a. O. S. 93 angegebenen zuwachsen. — Unter dem Mikroskop erkennt

---

[1] Vergl. Einleitung S. 140, Fussnote 1.

man viel Olivin mit charakteristischen, domatisch zugespitzten Gestalten, orientirter Auslöschung, hoher Doppelbrechung, starkem Relief, deutlicher Spaltbarkeit. Er bildet seltener Chondren. Dagegen tritt der Bronzit meist in solchen, excentrisch strahlig gebildet, auf und seine Doppelbrechungs- und Relieferscheinungen sind schwächer als beim Olivin. Hier und da erscheint monokliner Augit, auch in Zwillingen nach $\infty P\overline{\infty}(100)$. Dann kommen braune Glasmasse und Eisen vor.

Ness Co 1897. Dieser Meteorit ist in dem Katalog von Ward 1900 S. 66 erwähnt. Man bekommt bisweilen auch Stücke unter dem Namen Kansada, Ness Co.

Beide Vorkommen sind die gleichen und erweisen sich als graue Chondrite mit z. Th. makroskopisch sichtbaren Chondren. Unter dem Mikroskop erkennt man sie als aus Olivin, Bronzit, Augit und Eisen zusammengesetzt, sehr ähnlich dem Vorkommen von Cronstadt 1877. Nur waltet bei Ness Co der Olivin nicht so vor, wie dort, der Bronzit aber bildet noch schönere und grössere, excentrisch strahlig gebaute Chondren. Ob das Vorkommen mit Prairie Dog Creek zu vereinigen ist, wie Berwerth a. a. O. 1903 S. 5 und 74 angibt, kann ich an den hiesigen Stücken nicht entscheiden.

Nogoyá 1879. Da die Schreibweise verschieden angegeben wird, so bemerke ich, dass obige die richtige ist.

Der verstorbene Burmeister schrieb s. Z. an Hrn. du Bois-Reymond: »Anmerkung«.

»In dem Verzeichniss der Meteorolithen-Sammlung von Klein, in den Sitzungsberichten der Akademie 1889, S. 853 letzte Zeile ist zu lesen: Nogoyá statt Nagaya, als Ort, wo der Meteorith fiel.«

»Burmeister.«

2. Mesosiderite.

Morristown 1887. Ob dieser Meteorit ein Mesosiderit oder ein Chondrit ist, wird von verschiedenen Autoren verschieden beantwortet. Nach dem vorliegenden Exemplar ist so viel Eisen vorhanden, auch in grösseren Partieen, dass man den Meteoriten zu den Mesosideriten stellen muss.

3. Meteoreisen.

a) Oktaëdrische Eisen.

Descubridora 1780. Dieses Eisen ist ein oktaëdrisches mit mittleren Lamellen. Bei Wülfing (1897, a. a. O. S. 101) steht die Bezeichnung Oml, die wohl Om heissen muss.

Sierra blanca 1784. Dieses Eisen sieht dem von Toluca ähnlich (vergl. auch A. Brezina, die Meteoritensammlung d. k. k. naturh. Hofmuseums am 1. Mai 1895, aus Annalen d. k. k. Hofmuseums zu Wien. 1896, Bd. X, S. 274).

Jedoch ist Toluca ein Eisen mit mittleren Lamellen, die von Sierra blanca sind gröber, wie eine neuere eingehende Untersuchung ergab.

Durango 1804. Ich habe die im vorigen Katalog angewandte Bezeichnung: Rancho de la Pila, Durango, die mir von einem Reisenden gegeben worden war, verlassen, da sie zu Missdeutungen führen könnte und die alte Bezeichnung von G. Rose wieder hergestellt. Das Eisen besitzt mittlere Lamellen.

Die Beziehung, welche H. Wülfing 1897 (a. a. O. S. 155) mit Bacubirito 1871 hervorhebt, besteht für dieses vorliegende Eisen nicht, da Bacubirito ein Eisen mit feinsten Lamellen ist.

Santa Rosa, Tunja, Columbia 1810. Von diesem Fundort besitzt die Sammlung zwei Stücke, von Boussingault an A. von Humboldt geschenkt, die beide die Etiquette haben:

»Santa Rosa bei Tunja. 10 Lieues N. O. von Bogota. 5° 31' Br. 75° 40' W. L. 2744 Meter Höhe.«

Da eine Lieue = $4^{km}.15$ ist, so würde die Entfernung $41^{km}.5$ = etwa 8—9 Stunden betragen.

Brězina (Wiener Katalog. 1896, S. 360) begreift unter Rasgata von Orten des obigen Namens noch »Sta Rosa, 20 franz. M. n. ö. Bogota auf der Strasse n. Pamplona; Tocavita (5° 40', 73° 20') bei S. Rosa«.

G. Rose (Meteoriten 1864) hatte S. 67 und 68 diese Stücke zu den dichten Meteoreisen gestellt. — Durch ein Versehen waren sie im Katalog von 1889 zu den oktaëdrischen Eisen gekommen, da damals ihre, in der That oktaëdrische Natur noch nicht constatirt worden war und sie noch für dicht gelten mussten.

Nach Cohen (Zusammenfassung u. s. w. 1900. Diese Sitzungsberichte S. 1125) gehört das Eisen von Tocavita bei Santa Rosa, Columbien 1810 zu den oktaëdrischen Eisen mit feinsten Lamellen.

Eine nähere Prüfung ergab bei unserem Stück von 472^{gr} die äussere Beschaffenheit, wie sie G. Rose angegeben hatte und namentlich auf den geschliffenen und geätzten Flächen bei sehr schwacher Ätzung eine helle, bei stärkerer eine dunklere, matte Beschaffenheit.

Speciell auf der von Rose geätzten Fläche sieht man, sich aus dem matten Untergrund hervorhebend, zahlreiche Partieen

von Glanzeisen[1] in Stäbchen und Pünktchen, erstere entweder einander parallel gestellt oder in Winkeln zu einander befindlich.

Was aber ausserdem noch zu sehen ist, ist ein feiner Lamellenzug, der in paralleler Anordnung über die ganze Platte wegzieht, etwas weniger deutlich als bei dem später zu betrachtenden Saltriver 1850 und sonach die Art als oktaëdrisch mit feinsten Lamellen bestimmen lässt.[2]

Das Stück von 499^{gr} ätzt sich auch matt und dunkler, je stärker das Ätzmittel ist. Es bietet auf der Ätzfläche mehrere Felder dar, die unregelmässig abgegrenzt und in verschiedenen Lagen verschieden im Glanz erscheinen. Grössere Partieen von Glanzeisen sind nicht vorhanden, aber Pünktchen und Stäbchen, letztere hie und da einander parallel gestellt.

Die feinen Lamellen fehlen nicht, sind aber schwer und nur bei schwächster Ätzung erhältlich. Man kann sie leicht übersehen, doch gehören offenbar beide Eisen in eine Gruppe, wenngleich das letzte Stück den dichten Eisen nahekommt.[3]

Das letzte Stück von 2.5 gr stammt aus der Wöhler'schen Sammlung ohne Fundpunkt. Nach der Etiquette soll es Reichenbach als Santa Rosa bestimmt haben. Es hat die allgemeinen Charaktere wie das Stück von 472 gr.

Saltriver 1850. Dieses Eisen wurde früher zu den dichten gerechnet und erscheint auch makroskopisch so. Nach Cohen, Zusammenfassung der bei der Untersuchung der körnigen bis dichten Eisen erhaltenen Resultate (diese Sitzungsberichte 1900, S. 1125) gehört es zu den oktaëdrischen mit feinsten Lamellen. Ich habe mich an dem hier vorhandenen Stück durch Neuätzung von der Richtigkeit dieser Angabe überzeugt. Es treten nach vorsichtigem Ätzen, mit der Lupe sichtbar, zahlreiche feinste Lamellen, einander parallel gestellt, auf.

Cleveland 1860. Dieses von Adae an Ehrenberg gegebene, ohne näheren Fundort aus Tennessee kommende Eisen ist nach Wülfing 1897, a. a. O. S. 78 von obiger Lokalität.

Casas grandes 1867. Neuerdings von Wirt Tassin beschrieben (Proceed. of the United States National Museum. 1902, Vol. XXV, p. 66—74).

---

[1] Glanzeisen bedeutet hier und in der Folge: »glänzendes Eisen«, ohne Rücksicht auf seine chemische Zusammensetzung.

[2] Dieser Lamellenzug und die dadurch bedingte feinste Streifung rührt nicht etwa von der Bearbeitung her.

[3] Ohne die Lamellen, die das Eisen bei starker Ätzung nicht zeigt, würde man dasselbe zu den dichten stellen müssen.

Niagara 1879. Eisen, Om (vergl. H. L. Preston, Niagara Meteorit, Journ. of Geology 1902, Vol. X, Nr. 5, p. 518.

Das Eisen ist sehr zersetzt, doch an zwei Stellen noch von metallischem Glanz und zeigt die Lamellen mittlerer Art.

Old fork of Jenny's Creek 1883. Nach Wülfing a. a. O. S. 165 ist dieses Eisen Ogb eine Bezeichnung, die mit einer späteren nicht stimmt, da in der Tabelle S. 458 besagtes Eisen unter Og, Eisen mit groben Lamellen, steht, was es auch nach dem hiesigen Stücke ist.

Sao Juliao de Moreira 1883. Dieses Eisen ist nicht nur eins mit gröbsten Lamellen, sondern — in unseren Stücken — auch ausgezeichnet breccienartig gebildet. Sollte dies durchgreifend so befunden werden, so würde es in die letztere Gruppe gehören.

St. Geneviève 1888 hat feine bis mittlere Lamellen, ist also Of bis Om.

Augustinowka 1890 ist nach Brězina (Katalog 1896, S. 368) mit Werchne Dnieprowsk zu vereinigen, Wülfing (1897, a. a. O. S. 12) widerspricht dem und hält nach Angaben Prendel's in Odessa die Localitäten für verschieden.

Nach unserem Stück ist Augustinowka = Om bis Of, d. h. ein oktaëdrisches Eisen mit mittleren bis feinen Lamellen.

Cañon Diablo 1891. Von diesem interessanten Eisen sah ich bei Hrn. Gwinner, Director der Deutschen Bank dahier, ein annähernd parallelepipedisches Stück mit vielen Einbuchtungen und Löchern 59^{cm} lang, 42^{cm} breit, 35^{cm} hoch und von 273^{kg} Gewicht.

Canton 1894 hat verschiedene Lamellen: von Om bis Og.

Oscuro Mountains 1895. Cohen führt in seinem Katalog das Eisen als Om an. Unser Stück zeigt grobe Lamellen und ist demnach Og.

Beaconsfield 1896. Nach Cohen Og; unser Stück hat gröbste Lamellen Ogg.

Rhine Valley (Villa?) 1901. Die Lamellen sind theils die eines Eisens Og, manchmal die von Om.

a_1.) *Oktaëdrische Eisen, breccienartig.*

Santa Rosa, Columbia, Marktplatz, 1810.

Karsten ded.

W. Reiss ded.

Das Karsten'sche Stück, worüber G. Rose (Meteoriten 1864, S. 64) handelt, war nach diesem Autor ein Eisen mit oktaëdrischen Lamellen. Bei der Kleinheit des Stücks, unter $0^{gr}.5$, war Näheres nicht zu ermitteln.

Hr. Geheimrath Reiss zu Schloss Könitz bei Saalfeld in Thüringen schenkte 1898 in dankenswerthester Weise sein Originalmaterial hierher und gestattete, dass Prof. Cohen (Zusammenfassung u. s. w. 1900, diese Sitzungsberichte S. 1125) es vorher untersuchen konnte. Derselbe wies nach, dass besagtes Eisen zu den grobkörnigen Aggregaten oktaëdrischer Meteoreisen gehört.

Die Rose'schen Angaben waren damit bestätigt und erweitert.

Union Co 1853 und Nelson Co 1856 sind nach den hiesigen Stücken grobkörnige Aggregate oktaëdrischer Meteoreisen. Cohen gibt im Verzeichniss der Meteoriten in der Greifswalder Sammlung am 1. Januar 1901 (Mitth. des Naturw. Vereins für Neuvorpommern und Rügen, 32. Jahrg. 1900) Nelson Co als oktaëdrisch mit gröbsten Lamellen an.

Mount Joy 1887. Cohen gibt in seiner Liste Ogg, also gröbste Lamellen, an. Unsere Stücke zeigen eine ausgezeichnete breccienartige Structur = ObZ.

b) *Hexaëdrische Eisen.*

Tombigbee River 1878. Ein hexaëdrisches Eisen, untersucht von Warren M. Foote, Note an a new Meteoric Iron, found near the Tombigbee River in Choctaw and Sumter Counties Alabama, U.S.A. Am. Journal of Science 1899, IV Series, Vol. VIII, p. 153 (vergl. auch G. Linck, N. Jahrb. f. Min. 1901, Bd. II, S. 38 der Referate). Nach Berwerth, 1903 a. a. O. S. 15 und 81 ist das Eisen dicht. — Unser Stück zeigt beim Ätzen z. Th. orientirten Schimmer, z. Th. feinste, sich unter 120°, bez. anderen Winkeln kreuzende, auch parallel verlaufende Lamellen, die schon Foote sah (N. Jahrb. 1901, Bd. II, S. 38 der Referate). — Das Eisen gehört daher sehr wahrscheinlich zu Off und bedarf jedenfalls noch genauerer Untersuchung.

Fort Duncan 1882. Wurde im Katalog von 1889 unter Coahuila Mexico 1837 mit begriffen. Da andere Autoren es gesondert angeben, so erscheint es auch hier so.

c) *Dichte Eisen.*

Rasgata 1810. Das Stück von 79^{gr}5 wurde, da es verrostet war, neu geätzt. Es ätzt sich schwerer wie Santa Rosa und bekommt ebenfalls eine matte Ätzfläche mit Einlagerungen von Glanzeisen in Pünktchen und Stäbchen. Lamellen, wie bei Santa Rosa, fehlen.

Nach diesem Ergebniss darf dieses Stück von Rasgata nicht mit St. Rosa vereinigt werden.

Ein zweites Stück von 50^{gr}5 ist von G. Rose als Santa Rosa Tunja etiquettirt. Auf dem Zettel steht »nach Reichenbach von Rasgata«. — Es gehört zu den Stücken, die Boussingault an A. von Humboldt gab. Auf der geätzten Schlifffläche bemerkt man zahlreiche Partieen von Glanzeisen, die mattes, dunkeles Fülleisen, was in Wabenform vorkommt, umgeben.

Das in Rede stehende Stück gleicht weder dem 79^{gr}5 schweren, noch denen von Santa Rosa mit feinsten Lamellen.

Sierra de la Ternera 1891. Das Originalstück von † W. Moericke, dem Museum vermacht. Wegen der Beschreibung siehe Kunz und Weinschenk, Meteoritenstudien. Tscherm. Min. u. petr. Mitth. 1891. N. F. Bd. XII, S. 184—185.

Forsyth 1895. Die 412^{gr}5 schwere Platte ist die Originalplatte von Cohen (diese Sitzungsberichte 1897, S. 388). Sie erweist sich auf dem einen Theil als körnig, auf dem anderen als dicht.

Anhang.

Steinfall von Schafstädt bei Merseburg. Juni 1861.

Im Nachfolgenden gebe ich die Beschreibung eines merkwürdigen Steinfalls, der durch noch lebende Augenzeugen beglaubigt ist und der einen höchst interessanten Körper geliefert hat.

Frau Apotheker Hellwig und ihre Geschwister waren an einem Juniabend — das genaue Datum war nicht mehr festzustellen — des Jahres 1861 zwischen 5 und 7 Uhr Nachmittags auf ihrem Hofe versammelt, als sie ein raketenartig zischendes Geräusch in der Luft hörten, einen glühenden Streifen ziehen sahen und bemerkten, dass ein glühender Stein (von Hühnereigrösse) niederfiel und zerplatzte. Der Stein schlug auf einen Sandhaufen und drang wenig ein. Die Himmelsrichtung von der er kam, war von S.W. her.

Die zersprungenen Steine waren beim Aufheben heiss und boten kleinere geschwärzte Stücke dar.

Jeder der Anwesenden nahm sich etwas davon mit, aber nur Frau Hellwig hat ihre Stücke erhalten, die anderen sind nicht mehr aufzufinden.

Hr. Prof. Jaekel hierselbst erfuhr von dem Thatbestand und machte mich darauf aufmerksam. Frau Hellwig war gern bereit,

alle nöthigen Angaben zu machen und schenkte von den vier Stücken, die sie besass, zwei dem Museum, ein anderes ist an die Urania-Sternwarte hierselbst gekommen.

Das eine unserer Stücke wiegt 3^{gr}, das andere 1^{gr}.

Sie haben beide eine dünne, schwarze, glänzende Rinde und sehen einem Gesteinsbruchstück ähnlich, das durch die Hitze oberflächlich geschmolzen wurde, sind daher von aussen betrachtet höckerig und nicht eben.

Die mikroskopische Untersuchung lässt einen typischen Leucittephrit, so schön als man ihn nur sehen will, erkennen.

Die Einsprenglinge bestehen aus klaren Leucitindividuen und machen die Hauptmasse aus. Sie zeigen nach Stärke der Doppelbrechung, Zwillingslamellen u. s. w. alle Eigenschaften dieses Minerals.

Daneben kommt monokliner Augit mit starkem Relief, schwachem Pleochroismus, deutlicher Spaltbarkeit und grosser Auslöschungsschiefe in breiten Lappen von grünlicher Farbe vor.

Der Feldspath als Dritter der Einsprenglinge ist nach Zwillingsbildungen und Auslöschungsschiefen ein dem Anorthit nahestehender.

Erzpartieen sind ebenfalls vorhanden. — Eisen fehlt.

In der Grundmasse erscheinen neben anderen Entglasungsproducten dieselben Mineralien; am wenigsten der Augit. Die Grundmasse ist eine bräunliche, glasige Basis und erweist sich als zwischen die anderen Gemengtheile eingeklemmt.

Es fragt sich nun, wo kommt dieser typische Leucittephrit, der an die schönsten italienischen Vorkommen erinnert, her? Wäre er meteorisch, so würde der Leucit zum ersten Male sicher unter den ausserirdischen Mineralien constatirt sein.

Ich stellte fest, dass die Familie früher einmal in Italien war; es wäre daher möglich, dass das Gestein von dort stammte. Andererseits sind in der Nähe der Fallgegend wohl Kalisalze zu Haus. Das Gestein könnte sich daher auch in einem Hochofen gebildet haben. — Grosse Schornsteine fehlen aber an dem Ort des Falles, und sind auch im näheren S.W. nicht vorhanden, das Gestein müsste also eine weite Reise durch die Luft gemacht haben.

Sonach bleibt Manches aufzuhellen. Wäre aber der Stein von einer ihn gleichmässig umschliessenden Rinde umgeben, so würde ich ihn entschieden für meteorisch halten.

V. Stand der Sammlung, Art der Erwerbung, Geschenkgeber, Tausch.

Die Meteoritensammlung der Königlichen Friedrich-Wilhelms-Universität besass am 15. October 1889:

1.	150	Fall- und Fundorte von Meteorsteinen mit	$72246^{gr}.5$
2.	5	» » » » Mesosideriten »	$1012^{gr}.5$
3.	8	» » » » Pallasiten »	$14455^{gr}.5$
4.	78	» » » » Meteoreisen »	$128081^{gr}.-$
zusammen	241	Fall- und Fundorte mit	$215795^{gr}.5.$

Hiervon sind abzusetzen die als Pseudometeoriten erkannten Stücke von Newstead $11^{gr}.5$, Walker County 146^{gr}, Scriba 142^{gr}, Tarapaca 119^{gr}, so dass dadurch 4 Fundorte Eisen mit $318^{gr}.5$ Gewicht in Wegfall kommen.

Es sind demnach noch vorhanden:

237 Fundorte mit 215477^{gr} Gewicht.

Am 5. Februar 1903 war folgender Bestand zu vermerken:

1.	211	Fall- und Fundorte von Meteorsteinen mit	$74970^{gr}-$
2.	11	» » » » Mesosideriten »	$1477^{gr}.5$
3.	10	» » » » Pallasiten »	$14888^{gr}.5$
4.	148	» » » » Meteoreisen »	$141488^{gr}-$
zusammen	**380**	**Fall- und Fundorte**[1] mit	**232824^{gr}.**

Daher ergibt sich eine Vermehrung von:

1.	61	Fall- und Fundorten von Meteorsteinen mit	$2723^{gr}.5$
2.	6	» » » » Mesosideriten »	$465^{gr}-$
3.	3	» » » » Pallasiten »	$433^{gr}-$
4.	73	» » » » Meteoreisen »	$13725^{gr}-$
zusammen	**143**	**Fall- und Fundorten** mit	**$17346^{gr}.5$.**

Diese und die später zu bewirkenden Vermehrungen verdankt die Sammlung hauptsächlich einer grösseren, auf mehrere Jahre vertheilten ausserordentlichen Zuwendung der hohen Staatsregierung und den für gleiche Zwecke bereitgestellten Mitteln des Sammlungsfonds.

Die seitherigen Ankäufe erfolgten von den Herren:

Blatz (Heidelberg), Böhm (Wien), † James R. Gregory (London), Krantz (Bonn), Minod (Genf), † Pech (Berlin), Stürtz (Bonn), H. A. Ward (Chicago), Ward (Rochester).

---

[1] Mit den noch nicht aufgenommenen sind es über 400 Localitäten, da ich inzwischen 26 neue mir zu sichern gewusst habe.

An Geschenkgebern sind im Anschluss an die früher (diese Sitzungsberichte 1889, S. 62—63) genannten anzuführen die Herren:

Ben-Saude, Lissabon (São Julião); Brauns, Giessen (Hungen); Frau Dr. Ewald aus dem Nachlasse von Dr. J. Ewald (Laigle, Hainholz, Bitburg); Hiortdahl, Christiania (Tysnes); G. F. Kunz, New York (Farmington, Kansas); † W. Moericke (Sierra de la Ternera); Rénard, Wetteren b. Gent (Lesves); Reiss, Könitz, Thüringen (Santa Rosa, Marktplatz, Colombia); † Virchow, Berlin (Schuscha, Transkaukasien).

Im Tausch wurden erhalten:

Campo del Pucara von Prof. Cohen, Greifswald; Misshof (Kurland) vom Museum des Naturforscher-Vereins zu Riga, und dagegen kleinere Stücke von Ibbenbühren, Aukoma und Steinbach abgegeben.

Ein neuer veränderlicher Stern von aussergewöhnlich kurzer Periode.

Von G. Müller und P. Kempf
in Potsdam.

(Vorgelegt von Hrn. Vogel.)

Bei Gelegenheit der Zonenbeobachtungen für den III. Theil der Potsdamer Photometrischen Durchmusterung stellte sich heraus, dass die beiden programmmässigen Helligkeitsmessungen des Sterns 7.5. Grösse B. D. + 56° 1400 ($\alpha = 9^h 36^m 44^s$, $\delta = +56° 24'.6$ [1900]) im Jahre 1899 und 1901 um mehr als den bei der Durchmusterung für zulässig geltenden Betrag von einander abwichen. Die Revisionsbeobachtungen im Jahre 1902 in der Zeit vom April 19 bis Juni 4 liessen zwar keinen Zweifel übrig, dass der Stern ein Veränderlicher sei, gaben jedoch über die Art des Lichtwechsels keinen Aufschluss. Die Messungen wurden 1902 bis Ende Juli fortgesetzt und später nach dem Aufstieg des Sterns am Osthimmel wieder aufgenommen, ohne dass es gelang, den Charakter der Veränderlichkeit aufzudecken. Erst am 13. Januar dieses Jahres, wo der Stern im Laufe des Abends während eines Zeitraums von drei Stunden mehrmals beobachtet wurde, konnte ein Abnehmen und Wiederanwachsen des Lichtes constatirt und daraus angenähert auf ein Minimum für etwa $9^h 20^m$ m. Z. Potsdam geschlossen werden. Hierdurch war nachgewiesen, dass die Lichtänderungen in verhältnissmässig kurzer Zeit vor sich gehen mussten, und es wurde daher der Stern noch in derselben Nacht bis kurz vor Sonnenaufgang in Intervallen von 10 zu 10 Minuten beobachtet. Endgültige Entscheidung über die noch immer nicht ganz klar zu erkennende Art der Lichtänderung brachten aber erst die Beobachtungen vom 14. Januar, welche von $4^h 48^m$ bis $9^h 19^m$ m. Z. Potsdam ohne Unterbrechung fortgesetzt wurden. Sie ergaben ein vollständiges Bild der gesammten Lichtcurve und führten so zu der Entdeckung eines Veränderlichen mit der ausserordentlich kurzen Periode von nur 4 Stunden, der kürzesten bisher bekannten.

Im Folgenden sind unsere sämmtlichen Messungen des neuen Veränderlichen in tabellarischer Form zusammengestellt. Die ersten 6 Werthe sind aus den Zonenbeobachtungen für den III. Theil der Potsdamer Durchmusterung entnommen; der Veränderliche ist dabei an Fundamentalsterne angeschlossen. Auch bei den nächsten drei Beobachtungen am 10. und 25. Juni 1902 sind zur Vergleichung Fundamentalsterne benutzt worden. Dagegen diente von 1902 Juni 28 an ausschliesslich der nicht weit von dem Veränderlichen stehende Stern B.D. + 54°1329 ($\alpha = 9^h41^m44^s$, $\delta = +54°43'.7$ [1900]) als Vergleichstern. Für die Helligkeit desselben erhielten wir durch Anschluss an Fundamentalsterne die folgenden 10 Werthe: 7.65, 7.73, 7.81, 7.77, 7.68, 7.82, 7.64, 7.63, 7.75, 7,85 und im Mittel aus diesen 7.73.

Die ersten 5 Columnen der folgenden Zusammenstellung enthalten der Reihe nach: das Datum der Beobachtung, die Orts-Sternzeit, die mittlere Zeit Greenwich, die Bezeichnung des Beobachters und die aus den Messungen abgeleitete Grösse des Veränderlichen. Die drei letzten Columnen der Tabelle werden weiter unten erläutert werden.

Datum	Sternzeit	M. Z. Gr.	Beob.	Grösse	R.	B.—R.	Epoche
1899 Mai 29	15^h 16^m	9^h 55^m	K	7.76	7.94	—18	—7942
1901 Jan. 17	4 50	8 12	M	8.33	8.04	+29	—4358
1902 April 19	14 13	11 32	M	8.12	8.18	— 6	—1617
April 22	14 2	11 9	K	8.58	8.40	+18	—1599
Juni 2	15 29	9 55	M	7.89	7.90	— 1	—1354
Juni 4	15 22	9 40	K	7.97	7.90	+ 7	—1342
Juni 10	15 15	9 10	M	7.84	8.01	—17	—1306
Juni 25	15 47	8 43	M	8.18	8.29	—11	—1216
	16 3	8 59	K	8.19	8.17	+ 2	
Juni 28	16 39	9 23	M	7.87	8.05	—18	—1198
Juni 29	16 42	9 22	K	8.06	8.07	— 1	—1192
Juli 5	17 17	9 33	M	8.13	8.05	+ 8	—1156
	17 21	9 37	K	8.11	8.03	+ 8	
Juli 6	16 53	9 5	M	8.28	8.23	+ 5	—1150
	16 58	9 10	M	8.18	8.20	— 2	
Juli 12	16 38	8 27	K	8.36	8.55	—19	—1115
	16 46	8 35	M	8.29	8.57	—28	—1114
Juli 15	17 19	8 56	M	8.43	8.40	+ 3	—1096
	17 24	9 1	M	8.27	8.35	— 8	
Juli 16	17 7	8 40	M	8.44	8.57	—13	—1090
	17 17	8 50	M	8.51	8.48	+ 3	
	17 23	8 56	M	8.60	8.41	+19	
Juli 19	18 6	9 27	M	8.30	8.19	+11	—1072
	18 11	9 32	M	8.29	8.16	+13	
Juli 21	16 57	8 10	M	8.14	8.12	+ 2	—1061
	17 2	8 15	M	8.04	8.16	—12	
	17 7	8 20	M	8.21	8.22	— 1	
Juli 28	17 10	7 56	M	8.07	8.00	+ 7	—1019

Datum	Sternzeit	M. Z. Gr.	Beob.	Grösse	R.	B.—R.	Epoche
1902 Juli 28	$17^h\ 15^m$	$8^h\ 1^m$	M	7.91	8.02	—11	
	17 30	8 16	M	8.09	8.11	— 2	
Nov. 27	3 3	9 47	M	8.11	7.90	+21	— 287
Dec. 11	3 11	9 0	K	8.18	8.04	+14	— 203
Dec. 12	3 7	8 52	M	8.17	8.08	+ 9	— 197
	3 13	8 58	K	8.09	8.05	+ 4	
Dec. 13	3 36	9 17	M	8.02	7.98	+ 4	— 191
	3 43	9 24	K	8.03	7.95	+ 8	
Dec. 14	3 53	9 30	M	7.81	7.94	—13	— 185
	3 59	9 36	K	7.91	7.92	— 1	
1903 Jan. 12	4 23	8 6	M	8.16	8.26	—10	— 12
	4 31	8 14	K	8.34	8.41	— 7	
Jan. 13	3 26	7 5	M	7.90	7.93	— 3	— 6
	3 29	7 8	K	7.90	7.93	— 3	
	4 20	7 59	K	8.06	8.15	— 9	
	4 25	8 4	M	8.15	8.21	— 6	
	5 18	8 57	K	8.35	8.32	+ 3	— 5
	5 24	9 3	M	8.19	8.27	— 8	
	6 21	10 0	M	8.00	7.96	+ 4	
	6 28	10 7	K	7.99	7.94	+ 5	
	13 0	16 38	M	8.53	8.52	+ 1	— 3
	13 3	16 41	M	8.46	8.49	— 3	
	13 17	16 55	M	(8.63)	8.34	+29	
	13 28	17 6	M	8.34	8.25	+ 9	
	13 35	17 13	M	8.28	8.20	+ 8	
	13 47	17 25	M	8.04	8.13	— 9	
	13 59	17 37	M	8.05	8.06	— 1	
	14 12	17 50	M	8.03	8.00	+ 3	
	14 21	17 59	M	7.99	7.97	+ 2	
	14 33	18 11	M	7.86	7.93	— 7	
	14 44	18 22	M	7.93	7.91	+ 2	
Jan. 14	0 20	3 56	M	8.27	8.12	+15	— 1
	0 30	4 6	K	8.20	8.22	— 2	
	0 35	4 11	K	8.35	8.29	+ 6	
	0 43	4 19	M	8.38	8.45	— 7	
	0 49	4 25	M	8.64	8.55	+ 9	
	0 55	4 31	K	8.57	8.58	— 1	
	1 4	4 40	K	8.55	8.51	+ 4	0
	1 8	4 44	M	8.55	8.47	+ 8	
	1 15	4 51	M	8.38	8.39	— 1	
	1 22	4 58	K	8.30	8.32	— 2	
	1 26	5 2	K	8.33	8.29	+ 4	
	1 35	5 11	M	8.16	8.23	— 7	
	1 40	5 16	M	8.31	8.19	+12	
	1 45	5 21	K	8.22	8.16	+ 6	
	1 51	5 27	K	8.09	8.12	— 3	
	1 57	5 33	M	8.00	8.08	— 8	
	2 3	5 39	M	8.09	8.05	+ 4	
	2 10	5 46	K	8.02	8.02	0	
	2 15	5 51	K	8.15	8.00	+15	
	2 22	5 58	M	7.99	7.98	+ 1	
	2 29	6 5	M	7.98	7.95	+ 3	

Datum	Sternzeit	M. Z. Gr.	Beob.	Grösse	R.	B.—R.	Epoche
1903 Jan. 14	$2^h 36^m$	$6^h 12^m$	K	7.90	7.93	− 3	
	2 44	6 20	K	7.89	7.91	− 2	
	2 51	6 27	M	7.83	7.90	− 7	
	2 59	6 35	M	7.82	7.90	− 8	
	3 6	6 42	K	7.91	7.90	+ 1	
	3 12	6 48	K	7.88	7.90	− 2	
	3 22	6 57	M	7.95	7.91	+ 4	
	3 28	7 3	M	8.00	7.92	+ 8	
	3 34	7 9	K	7.94	7.93	+ 1	
	3 43	7 18	K	8.06	7.95	+11	
	3 49	7 24	M	8.04	7.97	+ 7	
	3 55	7 30	M	8.03	7.99	+ 4	
	4 1	7 36	K	8.05	8.02	+ 3	0
	4 7	7 42	K	7.96	8.04	− 8	
	4 14	7 49	M	8.10	8.08	+ 2	
	4 19	7 54	M	8.21	8.11	+10	
	4 23	7 58	K	8.10	8.14	− 4	
	4 38	8 13	M	8.42	8.33	+ 9	
	4 42	8 17	M	8.43	8.41	+ 2	
	4 44	8 19	K	8.45	8.45	0	
	4 52	8 27	K	8.59	8.56	+ 3	
Jan. 17	0 31	3 55	K	8.02	8.09	− 7	17
	0 38	4 2	K	8.16	8.14	+ 2	
	0 44	4 8	M	8.19	8.19	0	
	0 50	4 14	M	8.40	8.28	+12	
	0 54	4 18	K	8.35	8.35	0	
	1 0	4 24	K	8.41	8.48	− 7	
	1 5	4 29	M	8.50	8.55	− 5	
	1 12	4 36	M	8.56	8.58	− 2	18
	1 15	4 39	K	8.66	8.56	+10	
	1 22	4 46	K	(8.74)	8.49	+25	
	1 25	4 49	M	8.37	8.45	− 8	
	1 31	4 55	M	8.37	8.39	− 2	
	1 35	4 59	K	8.36	8.35	+ 1	
	1 41	5 5	K	8.35	8.30	+ 5	
	1 46	5 10	M	8.24	8.26	− 2	
	1 52	5 16	M	8.24	8.22	+ 2	
	1 55	5 19	K	8.05	8.20	−15	
	2 2	5 26	K	8.12	8.15	− 3	
	2 5	5 29	M	8.10	8.13	− 3	
	2 11	5 35	M	7.90	8.10	−20	
	2 15	5 39	K	7.99	8.07	− 8	
	2 20	5 44	K	8.09	8.05	+ 4	
	2 25	5 49	M	8.00	8.03	− 3	
	2 31	5 55	M	8.09	8.00	+ 9	
	2 36	6 0	K	7.97	7.98	− 1	
	2 42	6 6	K	7.94	7.96	− 2	
	2 48	6 12	M	7.91	7.94	− 3	
	2 55	6 19	M	7.88	7.92	− 4	
	3 3	6 27	K	7.89	7.91	− 2	
	3 10	6 34	K	7.90	7.90	0	
	3 17	6 41	M	7.83	7.90	− 7	

Datum	Sternzeit	M. Z. Gr.	Beob.	Grösse	R.	B.—R.	Epoche
1903 Jan. 17	$3^h\ 23^m$	$6^h\ 47^m$	M	8.00	7.90	+10	
	3 31	6 55	K	7.87	7.90	— 3	
	3 39	7 3	K	7.96	7.91	+ 5	
	3 45	7 9	M	8.07	7.93	+14	
	3 50	7 14	M	7.95	7.94	+ 1	
	3 56	7 20	K	8.01	7.95	+ 6	
	4 2	7 26	K	7.93	7.96	— 3	
	4 14	7 38	M	8.15	8.01	+14	
	4 19	7 43	M	8.11	8.03	+ 8	
	4 26	7 50	K	7.99	8.06	— 7	
	4 32	7 56	K	8.14	8.10	+ 4	
	4 37	8 1	M	8.08	8.13	— 5	
	4 43	8 7	M	8.28	8.18	+10	
	4 46	8 10	K	8.17	8.22	— 5	
	4 52	8 15	K	8.27	8.29	— 2	
	4 55	8 18	M	8.34	8.35	— 1	
	5 0	8 23	M	8.60	8.45	+15	
	5 3	8 26	K	8.58	8.52	+ 6	
	5 9	8 32	K	8.64	8.56	+ 8	
	5 13	8 36	M	8.61	8.58	+ 3	19
	5 18	8 41	M	8.37	8.54	—17	
	5 20	8 43	K	8.54	8.52	+ 2	
	5 26	8 49	K	8.34	8.45	—11	
	5 30	8 53	M	8.33	8.41	— 8	
	5 36	8 59	M	8.28	8.35	— 7	
	5 38	9 1	K	8.24	8.33	— 9	
	5 44	9 7	K	8.19	8.28	— 9	
	5 51	9 14	M	8.15	8.23	— 8	
	5 56	9 19	M	8.17	8.20	— 3	
Jan. 18	4 30	7 50	M	8.01	8.06	— 5	24
	4 36	7 56	M	7.87	8.09	—22	
	4 39	7 59	K	7.99	8.11	—12	
	4 44	8 4	K	8.27	8.15	+12	
	4 48	8 8	M	8.07	8.18	—11	
	4 52	8 12	M	8.31	8.23	+ 8	
	4 55	8 15	K	8.24	8.28	— 4	
	5 1	8 20	K	8.36	8.37	— 1	
	5 4	8 23	M	8.45	8.43	+ 2	
	5 9	8 28	M	8.57	8.53	+ 4	
	5 12	8 31	K	8.45	8.56	—11	
	5 18	8 37	K	8.57	8.58	— 1	25
	5 21	8 40	M	(8.28)	8.56	—28	
	5 26	8 45	M	8.51	8.51	0	
	5 29	8 48	K	8.42	8.48	— 6	
	5 34	8 53	K	8.41	8.42	— 1	
	5 38	8 57	M	8.37	8.38	— 1	
	5 43	9 2	M	8.25	8.33	— 8	
	5 45	9 4	K	8.26	8.31	— 5	
	5 51	9 10	K	8.14	8.27	—13	

Die graphische Darstellung der Beobachtungen von Januar 14, 17 und 18 gab die folgenden vier Minimazeiten, deren Unsicherheit auf höchstens 10 Minuten geschätzt werden kann.

Jan.	14	$4^h 34^m$	m. Z. Gr.
„	17	4 40	„ „ „
„	17	8 31	„ „ „
„	18	8 34	„ „ „

Die Verbindung dieser Daten lieferte als erste provisorische Elemente des Veränderlichen:

$$\text{Min.} = 1903 \text{ Jan. } 14,\ 4^h 34^m \text{ m. Z. Gr.} + 4^h 0^m.0 \text{ E.}$$

Man wird die Ungenauigkeit der Periode keinesfalls grösser als 1 Minute annehmen dürfen: der wahre Werth muss also zwischen $3^h 59^m$ und $4^h 1^m$ liegen.

Zur Verbesserung des ersten Näherungswerthes der Periode können die Beobachtungen aus dem Jahre 1902 herangezogen werden. Da die Helligkeit des Sterns im Minimum ungefähr 8.6 ist, so ersieht man sofort, dass die Beobachtungen von April 22 und Juli 16 sehr nahe zur Zeit eines Minimums angestellt sein müssen; die Unsicherheit dürfte schwerlich mehr als 20 bis 25 Minuten betragen. Durch Verbindung dieser beiden Daten unter einander und mit dem Minimum von Jan. 14 lässt sich leicht nachweisen, dass überhaupt nur die vier folgenden Periodenwerthe in Betracht kommen können, von denen jeder einen Spielraum von nicht mehr als $\pm 0^m.03$ hat:

$4^h\ 0^m.65$	$3^h\ 59^m.77$
4 0.21	3 59.33

Ferner lässt sich mit Benutzung einer provisorisch abgeleiteten Lichtcurve durch Vergleichung mit den übrigen Beobachtungen aus dem Jahre 1902 zeigen, dass auch von den voranstehenden vier Werthen der erste und die beiden letzten innerhalb ihres ganzen Ausdehnungsbereiches zu verwerfen sind, weil sie unzulässig grosse Abweichungen zwischen berechneter und beobachteter Helligkeit ergeben. Es bleibt nur der zweite Werth übrig, und auch bei diesem ist die Anwendbarkeit auf das Intervall von $0^m.20$ bis $0^m.22$ beschränkt. Wir haben daher, mit einer geringen Verschiebung der Epoche, als zweite Näherung die Elemente angenommen:

$$\text{Min.} = 1903 \text{ Jan. } 14,\ 4^h 32^m \text{ m. Z. Gr.} + 4^h 0^m.21 \text{ E.}$$

Diese Formel ist nun zur Bildung der Lichtcurve des Veränderlichen aus den Messungen von Jan. 12 bis Jan. 18 benutzt worden, indem mittels derselben die Minimaepochen berechnet und die Zeitunterschiede der einzelnen Beobachtungsdaten gegen das vorangehende Minimum gebildet wurden. Im ganzen waren 143 Messungen dafür verwendbar. Von diesen sind drei (in der Zusammenstellung der Beob-

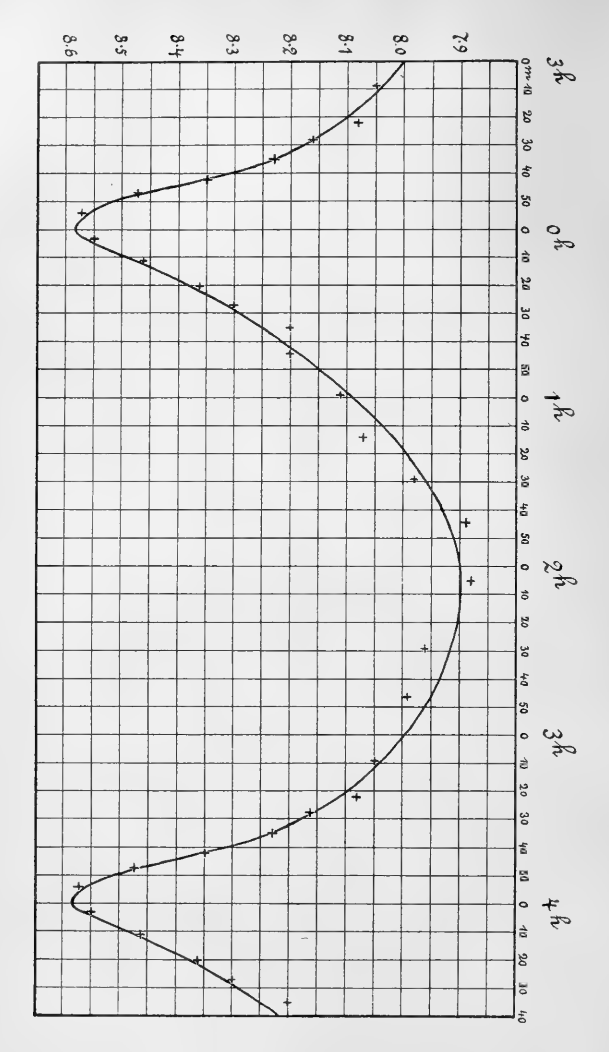
achtungen durch Einklammerung kenntlich gemacht) ausgeschlossen worden, weil sie offenbar mit etwas grösseren Beobachtungsfehlern behaftet sind und das Resultat zu stark beeinflusst hätten. Die übrigen 140 Messungen wurden nach den Abständen vom Minimum geordnet und schliesslich zu 20 Mittelwerthen von je 7 zusammengefasst. Die folgende kleine Tabelle enthält diese Normalwerthe.

Abstand vom Minimum	Beobachtete Helligkeit	Curve	B.—C.
0^h 3^m	8.55	8.56	—1
0 11	8.46	8.48	—2
0 20	8.36	8.38	—2
0 27	8.30	8.31	—1
0 35	8.20	8.25	—5
0 44	8.20	8.19	+1
0 59	8.11	8.10	+1
1 14	8.07	8.02	+5
1 29	7.98	7.96	+2
1 44	7.89	7.92	—3
2 5	7.88	7.90	—2
2 29	7.96	7.92	+4
2 46	7.99	7.95	+4
3 9	8.05	8.04	+1
3 22	8.08	8.11	—3
3 28	8.16	8.15	+1
3 35	8.23	8.23	0
3 42	8.35	8.35	0
3 47	8.47	8.46	+1
3 54	8.57	8.56	+1

Mit Hülfe dieser Werthe ist die umstehende Lichtcurve gezeichnet worden. Die aus derselben von 5 zu 5 Minuten abgelesenen Helligkeiten sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Helligkeitstabelle.

Abstand vom Minimum	Hellig-keit	Abstand vom Minimum	Hellig-keit	Abstand vom Minimum	Hellig-keit	Abstand vom Minimum	Hellig-keit
0^h 0^m	8.58	1^h 0^m	8.09	2^h 0^m	7.90	3^h 0^m	8.00
0 5	8.54	1 5	8.06	2 5	7.90	3 5	8.02
0 10	8.49	1 10	8.04	2 10	7.90	3 10	8.04
0 15	8.43	1 15	8.02	2 15	7.90	3 15	8.07
0 20	8.38	1 20	8.00	2 20	7.90	3 20	8.10
0 25	8.33	1 25	7.98	2 25	7.91	3 25	8.13
0 30	8.29	1 30	7.96	2 30	7.92	3 30	8.17
0 35	8.25	1 35	7.94	2 35	7.93	3 35	8.23
0 40	8.22	1 40	7.93	2 40	7.94	3 40	8.31
0 45	8.18	1 45	7.92	2 45	7.95	3 45	8.41
0 50	8.15	1 50	7.91	2 50	7.96	3 50	8.52
0 55	8.12	1 55	7.90	2 55	7.98	3 55	8.56
1 0	8.09	2 0	7.90	3 0	8.00	4 0	8.58



Die aus dieser Tabelle entnommenen Helligkeiten sind in der obigen Zusammenstellung der Normalwerthe neben den beobachteten Grössen in der Columne »Curve« angeführt: die letzte Columne gibt die Unterschiede zwischen Beobachtung und Rechnung.

Wie man aus der Helligkeitstabelle und noch besser aus der Zeichnung ersieht, erfolgt die Lichtänderung um das Minimum herum ausserordentlich schnell, die Curve läuft im Minimum fast spitz zu. Der Abfall zum kleinsten Licht ist noch etwas steiler als der Aufstieg nach demselben: die beiden Zweige sind nicht vollkommen symmetrisch. Das Maximum ist bei weitem nicht so scharf ausgeprägt wie das Minimum, doch scheint es durch die Beobachtungen ausgeschlossen, dass der Stern in der grössten Helligkeit eine Zeitlang unverändert verharren sollte: man darf ihn daher keinesfalls zum Algoltypus rechnen. Etwas auffallend ist, dass etwa eine Stunde vor dem Maximum und ebenso einige Zeit nach demselben die Normalwerthe im allgemeinen unterhalb der gezeichneten Curve liegen. Es macht den Eindruck, als ob zu diesen Zeiten ein kleiner Stillstand in der Lichtzunahme bez. Lichtabnahme einträte, und als ob die Curve mit zwei Einbiegungen gezeichnet werden sollte. Ob derartige Unregelmässigkeiten wirklich reell sind oder nur auf Unsicherheit oder Voreingenommenheit bei den Beobachtungen zu schieben sind, lässt sich erst an einem viel grösseren Beobachtungsmaterial nachweisen. Wir haben zunächst auf dieselben keine Rücksicht genommen.

Zu bemerken ist noch, dass aus den bisherigen Beobachtungen sich keine Andeutung für eine verschiedene Helligkeit in den geraden und ungeraden Minimis ergibt. Ebenso wenig lässt sich irgend eine Ungleichmässigkeit in den Zeitintervallen zwischen je zwei auf einander folgenden Minimis erkennen.

Die definitive Helligkeitstabelle ist noch dazu benutzt worden, den in zweiter Näherung gefundenen Periodenwerth in etwas engere Grenzen einzuschliessen. Es konnten hierbei auch die beiden ersten Beobachtungen aus den Jahren 1899 und 1901 verwerthet werden, von denen die eine zur Zeit eines Maximums, die andere nicht weit von einem Minimum liegen muss. Bei verschiedenen Versuchen zeigte sich, dass der wahrscheinlichste Werth der Periode zwischen $4^h 0^m\!.210$ und $4^h 0^m\!.220$ enthalten ist, und zwar blieb die Summe der Fehlerquadrate am kleinsten für die Werthe $0^m\!.212$ und $0^m\!.214$. Wir sind bei dem Mittel aus diesen Werthen stehen geblieben und nehmen als die zur Zeit wahrscheinlichsten Elemente des neuen Veränderlichen an:

$$\text{Min.} = 1903 \text{ Jan. } 14,\ 4^h 32^m \text{ m.Z.Gr.} + 4^h 0^m 12^s\!.8\ E.$$

Der Fehler des Periodenwerthes wird kaum mehr als $0^s\!.5$ betragen, und eine Verbesserung dürfte erst nach einer längeren Reihe von Monaten zu erwarten sein. In welcher Weise die sämmtlichen Beobachtungen durch die obige Periode dargestellt werden, geht aus den letzten Columnen in der Zusammenstellung der Messungen hervor. Es

sind dort die aus der Lichtcurve entnommenen Grössen, sowie die Abweichungen zwischen Beobachtung und Rechnung angegeben; in der letzten Columne ist ausserdem noch die Epochenzahl des den betreffenden Beobachtungen vorangehenden Minimums mitgetheilt, und zwar gezählt von der Ausgangsepoche 1903 Jan. 14. Die Darstellung ist im grossen und ganzen als befriedigend zu bezeichnen; es kommt unter den 181 Beobachtungen keine Abweichung grösser als $0^m.29$ vor.

Unter den bisher bekannten Veränderlichen zeigen die schnellsten Helligkeitsschwankungen zwei Sterne in dem an Variabeln reichen Sternhaufen ω Centauri; die Perioden derselben sind $7^h 11^m.4$ und $7^h 42^m.8$. Dann folgt *S* Antliae mit einer Periode von $7^h 46^m.8$. Perioden zwischen 8^h und 9^h finden sich bei mehreren Veränderlichen in dem obengenannten Sternhaufen. Endlich ist noch *U* Pegasi zu erwähnen, dessen Periode in Chandler's drittem Catalog zu $5^h 32^m.2$ angegeben ist, der aber nach Pickering's Untersuchungen (Harvard Circular Nr. 23) secundäre Minima zeigt und eine Periode von $8^h 59^m.7$ besitzt.

Die Auffindung des neuen Veränderlichen regt die Frage nach der Ursache des überaus schnellen Lichtwechsels an. Man könnte zunächst mit Zöllner an einen rotirenden Körper denken, dessen Oberfläche infolge starker Abkühlung eine sehr ungleiche Helligkeitsvertheilung besässe. Dagegen spricht aber die Farbe des Sterns, die weisslich ist, während man bei allen Sternen, die in starker Abkühlung begriffen sind, eine gelbliche oder röthliche Farbe voraussetzen kann. Eine andere naheliegende Annahme wäre es, sich eine von der Kugelgestalt stark abweichende Form vorzustellen, etwa ein langgestrecktes Ellipsoid oder einen den Darwin'schen Gleichgewichtsfiguren ähnlichen Körper, welcher um eine der kleinen Axen rotirt. Diese Erklärung würde aber auf Schwierigkeiten stossen, weil es kaum möglich sein dürfte, die besondere Form der gefundenen Lichtcurve darzustellen, besonders die sehr schnellen Helligkeitsänderungen zur Zeit des Minimums und die sehr langsamen Änderungen um das Maximum herum.

Es ist endlich noch an die Hypothese zu denken, dass der Lichtwechsel erzeugt werde durch zwei um einander rotirende Himmelskörper von nahe gleicher Grösse und nahe gleicher Leuchtkraft, deren Oberflächen geringen Abstand von einander haben, und die sich zeitweilig fast central bedecken. Die beobachtete Lichtcurve lässt sich in diesem Falle fast genau rechnerisch darstellen. Die Thatsache, dass die Helligkeitsdifferenz zwischen Maximum und Minimum etwas geringer ist als $\frac{3}{4}$ Grössenklassen, würde darauf hindeuten, dass der eine Körper ein wenig kleiner ist als der andere oder dass die Bedeckung nicht ganz central verläuft. Eine nicht unerhebliche Schwierigkeit bei dieser Hypothese bietet nur die Frage, ob ein solches System

mechanisch möglich sei und auf längere Zeit stabil bleiben könne. Aber wir haben ja in den spectroskopischen Doppelsternen bereits Weltsysteme kennen gelernt, an deren Existenz früher aus ähnlichen Gründen gezweifelt werden musste, und es wird vielleicht gelingen, durch eingehendere theoretische Untersuchungen auch die Zulässigkeit der Annahme noch engerer Doppelsterne nachzuweisen.

Kaschgar und die Kharoṣṭhī.

Von O. Franke und R. Pischel.

1. Die chinesischen Quellen.

Von O. Franke.

Sylvain Lévi hat kürzlich in einem Aufsatz über die linksläufige indische Schrift[1] behauptet, daß der Name derselben nicht Kharoṣṭhī, sondern Kharoṣṭrī sei und Schrift von Kaschgar bedeute. In einer von Hui yuan während der Tʻang-Dynastie (nicht vor dem 8. Jahrhundert n. Chr.) verfaßten Erläuterungsschrift (Yin yi) zu der neuen Übersetzung des Avataṃsaka-Sūtra (Sin yi Ta fang kuang Fo hua yen king)[2] findet sich nämlich eine Glosse zu dem Namen 疏勒 (*Shu-* oder *Su-lê*), die folgendes besagt: »La forme correcte du nom de *Chou-le* 疏勒 est *Kʻia-lou-chou-tan-le* 佉路數怛勒. Depuis longtemps ce pays a reçu l'appellation abrégée de *Chou-le*; et on a pris l'habitude de substituer le son 疏 au son *chou* 數. Ce nom est le nom d'une montagne de ce royaume; voilà d'où il vient. On dit aussi qu'il signifie ʻmauvaise nature' et qu'il vient de ce que le naturel des indigènes est rempli de perversité.« Die Lautverbindung *Kʻia* (*Kʻu*)-*lu-shu-ta*(*n*)-*lê* entspricht nun genau dem Sanskritworte *Kharoṣṭra*, und da Shu-lê die Abkürzung davon (solche Abkürzungen kommen im Chinesischen häufig vor), ein alter Name für Kaschgar ist, so schließt Lévi, daß »Kharoṣṭra das Land Kaschgar bedeutet, und die Kharoṣṭrī höchstwahrscheinlich die Schrift dieses Landes ist«. Die Glosse, auf der dieser Schluß beruht, ist wörtlich wiederholt in Chʻan kuan's Kommentar zu dem genannten Sūtra (Bunyiu Nanjio Nr. 1589), sowie in einer Kompilation von Hui lin, einem Eingeborenen von Kaschgar, und in der Fortsetzung dieses Werkes von Hi lin. Sämtliche Schriften gehören der Tʻang-Dynastie an. Ist schon durch die Entdeckung des Kharoṣṭhī-Manuskripts des Dhammapada bei Khotan, sowie durch die von Stein aufgefundenen zahlreichen Dokumente auf Holz und Leder

[1] Bulletin de l'École Française d'Extrême Orient II, 246 ff.

[2] 大方廣佛華嚴經, Bunyiu Nanjio, Catalogue Nr. 87 und 88.

mit gleicher Schrift aus den verschütteten Kultusstätten am Niya-Flusse die Vermutung Bühlers unhaltbar geworden, daß die Kharoṣṭhī etwa auf das kleine Gebiet des alten Gandhāra im Nordwesten von Indien beschränkt gewesen sei[1], so würde die Entdeckung Lévis dartun, daß die Kharoṣṭhī nicht bloß, wie er sagt, die Schrift von Zentralasien gewesen, sondern daß sie dort in Kaschgar entstanden sei und von dieser Stadt ihren Namen erhalten habe.

Betrachten wir nun zunächst einmal, was sonstige chinesische Quellen über die Kharoṣṭhī berichten. Die buddhistische Enzyklopädie Fa yuan chu lin, ein im Jahre 668 vollendetes Originalwerk, zählt, wie schon Terrien de Lacouperie gezeigt hat[2], in Übereinstimmung mit dem Lalitavistara 64 Schriftarten auf, von denen die erste die Brāhmī, die zweite die 佉盧虱吒 *K'(i)a-lu-sė-t'o* ist: eine Glosse bemerkt zu diesem Namen: »im Chinesischen bedeutet dies Esellippe«[3], also Kharoṣṭha im Sanskrit. Bei der Beschreibung der Schriftarten bemerkt dann dasselbe Werk: »Der göttlichen Meister, die einst die Schrift erfanden, sind drei: der berühmteste ist *Brahman*, seine Schrift läuft nach rechts: der nächste ist *K'(i)a-lu* (abgekürzt aus *K'(i)a-lu-sė-t'o* = Kharoṣṭha), seine Schrift läuft nach links; der geringste ist *T'sang-kie*, seine Schrift läuft nach unten. Brahman und Kharoṣṭha lebten in Indien, T'sang-kie in China; Brahman und Kharoṣṭha entlehnten ihr System dem klaren Himmel, T'sang-kie konstruierte das seine aus den Spuren der Vogelfüße usw.«.[4] Ähnlich sagt das im 12. Jahrhundert verfaßte buddhistische Glossar Fan yi ming yi tsi unter 佉盧虱吒: »Dies bedeutet im Chinesischen 'Esellippe'; es ist der Name eines großen Ṛṣi (Kharoṣṭha)«. Eine Anmerkung fügt hinzu: »虱 soll wie 瑟, d. h. *sė* ausgesprochen werden«.[5] Ferner heißt es in einem ähnlichen Werke über die buddhistische Technologie, dem 1607 verfaßten Fa kie ngan li t'u, in dem Abschnitt über das Sanskrit: »Es gibt in der Welt 64 Schriftsysteme, das erste davon ist die *Brāhmī*-Schrift, das zweite aber die *Kharoṣṭhī* (佉樓書)«.[6]

Diese Tradition von dem Ṛṣi Kharoṣṭha, der in Indien ein nur der Brāhmī an Bedeutung nachstehendes Schriftsystem erfand, würden wir natürlich aufzugeben haben, wenn Hui yuan's Mitteilungen über Kaschgar auf Wahrheit beruhten. Die Sprachgeschichte würde schließ-

---

[1] Indische Paläographie § 7.
[2] Babylonian and Oriental Record I, 59.
[3] 法苑珠林 Cap. 9, fol. 29 r°.
[4] A. a. O. fol. 30 v°.
[5] 翻譯名義集 Cap. 5, fol. 3 v°.
[6] 法界安立圖 Cap. I, 1, 7, fol. 12 r°.

lich nicht allzuviel an diesem Mythus verlieren, wenn sie etwas Zuverlässigeres dafür eintauschte. Aber Hui yuan und seine Abschreiber stellen mit ihrer etymologischen These eine noch viel stärkere Zumutung an uns. Sie verlangen die Annahme einer unerhörten Nachlässigkeit auf seiten der besten chinesischen Geschichtswerke, Wörterbücher, geographischen Beschreibungen u. s. w., soweit sie sich mit Kaschgar und seiner Geschichte beschäftigen. Denn auch nicht eins von diesen Werken, mögen sie älter oder jünger sein als jene Erläuterungschrift zu dem Avataṃsaka-Sūtra, erwähnt mit einem Worte die Abkürzung des Namens Shu-lê aus Kia-lu-*shu*-tan-*lê*.

Daß Su-lê (疏勒)[1] mit der Gegend des heutigen Kaschgar identisch ist, ersehen wir, wenn wir es nicht anderweit wüßten, aus der »Geschichte der Kriegzüge der herrschenden Dynastie«, wo bemerkt wird: »Kaschgar ist das alte Su-lê, ein seit der Han- und Tʿang-Zeit her in Turkestan bestehendes Herrschaftsgebiet«.[2] Die »Annalen der Früheren Han-Dynastie« (206 v. Chr. bis 23 n. Chr.) erwähnen denn auch den Namen zuerst: »Der Fürst von Su-lê residiert in der Stadt Su-lê«.[3] In den »Annalen der Späteren Han-Dynastie« (25 v. Chr. bis 220 n. Chr.) finden wir eine verhältnismäßig ausführliche Geschichte des Staates Su-lê und seiner Kämpfe mit anderen zentralasiatischen Reichen[4]; die folgenden Chroniken berichten zum Teil nicht viel mehr, als daß Tribut-Gesandtschaften aus Su-lê nach China kamen. Ausführlicher sind wieder die »Tʿang-Annalen« (618 bis 905 n. Chr.): hier heißt es in einer längeren Beschreibung des Landes und seiner Bewohner: »*Su-lê* wird auch *Kʿa-sha* 佉沙 genannt« und: »Der Fürst (von Su-lê) führt den Namen Pʿei-shih(?) und den Beinamen A-mo-chih, er residiert in der Stadt 迦師 *Kʿa-shih*[5]«, zwei Namen, die schon deutlich auf das heutige Kaschgar weisen.[6] Eine Zusammenstellung der Nachrichten der Historiker gibt das Pien yi tien in seiner Abhandlung über Su-lê.[7] In der Überschrift dieser letzteren lernen wir noch einen weiteren Namen für Kaschgar kennen, nämlich 室

---

[1] Dies ist die in sämtlichen Quellen ausschließlich gebrauchte Schreibart, nur das Fa yuan chu lin und das Fa kie ngan li tʿu schreiben ebenso wie Hui yuan 䟽勒.

[2] 聖武記 Cap. 4 fol. 19 rº.

[3] 前漢書 Cap. 96ª fol. 20 rº.

[4] 後漢書 Cap. 77 fol. 3 vº ff. Cap. 118 fol. 16 vº ff. et al.

[5] 唐書 Cap. 221ª fol. 22 rº.

[6] »gar« ist nach St. Julien (Mémoires sur les Contrées Occidentales, II, 427 Anm.) la terminaison commune d'une foule de noms de lieux dans les dialectes du nord de l'Inde, avec la signification de ville.

[7] 邊裔典 Cap. 56 疏勒部.

利訖栗多底 *Shi-li-ki-li-to-ti*, was Stanislas Julien mit *Śrikritati* wiedergibt. Der französischen Übersetzung von Hüan tsang's Si yü ki zufolge macht dieses Werk bei dem Namen K'a-sha die Bemerkung, daß das Reich früher den Namen Su-lê gehabt habe: es sei dies der Name der Hauptstadt gewesen. Die richtige Schreibweise sei aber *Shi-li-ki-li-to-ti*, das Wort Su-lê sei eine Verstümmelung.[1] Dieselbe auffallende Bemerkung wiederholt mit Quellenangabe das Fan yi ming yi tsi.[2] Auch die große Konkordanz des Pei wên yün fu gibt den Namen Su-lê und führt eine Reihe noch anderer Quellenstellen darüber an.[3]

Die sämtlichen hier zitierten Autoritäten sind das Beste und Zuverlässigste, das wir in der chinesischen Literatur haben, »standard-works« für die Kunde des Altertums. Würde es unter solchen Umständen nicht unfaßlich sein, daß auch nicht eine von ihnen eine Andeutung macht über die wichtige und interessante Ableitung des Namens Su-lê aus Kharoṣtra, und daß alle ohne Ausnahme uns die Tatsache verschweigen, Su-lê sei der Name eines Berges, und 踈 (was nicht einmal das übliche Zeichen ist!) für 數 substituiert? Ich kann mich nicht entschließen, die Autorität des buddhistischen Kommentators der der übrigen Werke als die stärkere gegenüberzustellen, und solange nicht weitere Zeugnisse für seine Behauptungen beigebracht werden, kann ich mich des Verdachtes nicht erwehren, daß seine Etymologie freie Phantasie ist. Den gelehrten Kompilatoren des Fan yi ming yi tsi, des Pien yi tien und des Pei wên yün fu werden die Angaben des Hui yuan gewiß nicht unbekannt gewesen sein, aber es zeigt, welchen Wert sie ihnen beilegten, daß sie ihrer nicht einmal mit einem Worte Erwähnung tun.

Über die Bedeutung des Wortes Su-lê — vielleicht haben wir mit alter Aussprache *Sulek* oder *Surak*[4] zu lesen — geben die chinesischen Quellen keine Auskunft. Ich will hier nur an einige ähnlich klingende alte Volksnamen aus Zentral-Asien erinnern, wie 渠勒 (*Körek?*)[5], 沙勒 (*Sorak?*)[6], 敕勒 (*Tchirek?*), 鐵勒 (*Terek?*)[7], die türkisch-uigurischen Ursprungs sein dürften. Der Reisende Hüan tsang erklärt, wie oben bemerkt, den Namen Su-lê für verderbt und gibt

[1] Mémoires etc. II, 219 Anm. 2.

[2] 翻譯名義集 Cap. 7 fol. 15 r°.

[3] 佩文韻府 Cap. 102[b] Reim 職.

[4] Im Tibetischen lautet der Name *Shulik*. Siehe Wassiljew, Buddhismus S. 55 der deutschen Übersetzung; Rockhill, The Life of the Buddha (London 1884) S. 240 Anm. 1.

[5] 邊裔典 Cap. 57.

[6] Ebenda Cap. 67 渴盤陀部 fol. 1 v°.

[7] Siehe Parker, A Thousand Years of the Tartars S. 265 ff.

als richtige Form *Śrikrītati*. Vielleicht weiß ein Sanskritist über dieses Wort Auskunft zu geben.

Was die Kharoṣṭhī-Schrift selbst angeht, so glaube ich, daß Lévis Schluß, sie sei die Schrift Zentral-Asiens gewesen, ebenso wenig als bewiesen gelten kann. Ich vermag zwar kaum etwas Neues von Bedeutung zu der Frage beizutragen, will aber wenigstens das hier zusammenstellen, was in den mir zugänglichen chinesischen Quellen darüber zu finden ist. Danach scheint es jedenfalls sehr fraglich, ob überhaupt von *einer* Schrift Zentral-Asiens die Rede sein kann. Das Fan yi ming yi tsi sagt unter 佉路瑟吒 *K'a-lu-sê-t'o* (Kharoṣṭha): »Es wird auch 佉樓 *K'a-lou* (abgekürzt) dafür geschrieben. Es ist dies die Schrift der in den nördlichen Grenzgebieten Wohnenden.«[1] Von Indien aus betrachtet, würde uns dies in die Landschaften am Hindu Kush und an die Abhänge des Karakorum- und Kunlun-Gebirges, also in die Randgebiete von Ostturkestan, führen. Ob die Kharoṣṭhī ursprünglich ebenso wie die Brāhmī mit den buddhistischen Schriften in einige der alten Staaten am Rande der großen Wüste gelangt ist, oder ob, wie Stein im Hinblick auf den Umstand, daß die meisten der von ihm ausgegrabenen Kharoṣṭhī-Dokumente in einer indischen Sprache verfaßt sind und keinen religiösen Charakter haben, als richtigere Erklärung annimmt[2], die einheimische Tradition auf Wahrheit beruht, und das Gebiet von Khotan schon frühzeitig von Einwanderern aus dem nordwestlichen Penjab erobert und kolonisiert worden ist, das scheint mir vorläufig noch eine offene Frage bleiben zu müssen. Für eine Lösung derselben wird es außer einer Übersetzung der aufgefundenen und etwa noch zu findenden Schriftwerke besonders auch einer gründlichen Durchforschung der chinesischen Quellen bedürfen. Ebenso läßt sich schwer beurteilen, ob die Kharoṣṭhī etwa, worauf die phantastische Etymologie Hui yuan's hindeuten könnte, in dem Staate Su-lê am frühesten und in ältester Form in Gebrauch gewesen ist. Auch hierfür werden andere und stärkere Beweismittel nötig sein. Auffallend ist immerhin, daß die eigenartige Schrift von Su-lê mehrfach besonders hervorgehoben wird. So heißt es in den älteren T'ang-Annalen: »Sie (die Bewohner von Su-lê) haben die Schriftart der *Hu*.«[3] (Auf den Ausdruck Hu werden wir sogleich näher einzugehen haben.) Von den übrigen Staaten Turkestans wird dies nicht gesagt. Hüan tsang beschreibt die Schrift von Su-lê fol-

---

[1] Cap. 14 fol. 19 v°.

[2] Preliminary Report on a Journey of Archæological and Topographical Exploration in Chinese Turkestan S. 51 f.

[3] 舊唐書 Cap. 198 fol. 17 v°.

gendermaßen: »Ihre Schriftzeichen haben sie (die Bewohner) von Indien entlehnt. Obwohl sie dieselben zugestutzt und verändert haben, ist doch im allgemeinen ihre Form und ihr Aussehen beibehalten; die Rede- und Ausdrucksweise aber ist verschieden von derjenigen aller anderen Staaten.«[1] Diese Beschreibung des chinesischen Pilgers würde nun allerdings auf den ersten Blick besser auf die zentralasiatische Brāhmī-Schrift passen als auf die Kharoṣṭhī mit ihren abgerundeten Formen; aber der Eindruck ändert sich, wenn man die Stelle im Zusammenhang mit anderen Äußerungen Hüan tsang's betrachtet. Im ganzen spricht der Reisende in seinen Aufzeichnungen über die Gegenden im NW. von Indien am Karakorum-Gebirge und am West- und Südrande des Tarim-Beckens hauptsächlich von der Schrift dreier Staaten, mit der die der übrigen mehr oder weniger identisch gewesen wäre, nämlich von der Schrift von Tukhāra (覩貨邏 Tokharestan), von Su-lê und von Kustana oder Khotan (瞿薩旦那). Die erstere beschreibt er wie folgt: »Die Sprache unterscheidet sich dann und wann etwas von der der anderen Staaten. Das Alphabet besteht aus 25 Lauten, die miteinander kombiniert werden, so daß man sie für alle Zwecke (des Ausdrucks) gebrauchen kann. Die Bücher sind mit Querzeilen geschrieben, *die von links nach rechts laufen.*«[2] Hier also, im Westen von Kaschgar, hätte danach jedenfalls das Gebiet der Kharoṣṭhī geendet. Dagegen heißt es von der Schrift von Khotan: »Die Schriftzeichen folgen nach Art und Anordnung der indischen Schrift; Form und Aussehen hat man ein wenig geändert, aber im allgemeinen ist man dem Vorbilde gefolgt. Die Sprache aber ist verschieden von derjenigen aller anderen Staaten.«[3] Diese Beschreibung scheint mir in noch höherem Maße auf die Brāhmī zu passen als die der Schrift von Su-lê. Nun hat Stein Brāhmī-Manuskripte bei Dandan-Uiliq (NO. von Khotan) und bei Endere (östlich vom Niya-Flusse) gefunden, bei letzterem aber nur eins, und im übrigen Kharoṣṭhī-Schriftstücke, ebenso in Yotkan (westlich von Khotan) Münzen mit Kharoṣṭhī-Schrift.[4] Danach sind also in den Gegenden von Khotan beide Schriftarten im Gebrauch gewesen, und zwar, wie es den Anschein hat, gleichzeitig.[5] Ob dies auch für Kaschgar zutrifft, und ob

---

[1] 大唐西域記 im 邊裔典 Cap. 56 疏勒部 fol. 6 rº. Noch Marco Polo erwähnt von Kaschgar, daß die Bewohner des Landes eine merkwürdige Sprache hätten. (Yule, The Book of Ser Marco Polo I, 169.)

[2] A. a. O. 吐呼羅部 fol. 2 vº.

[3] A. a. O. 于闐部 I fol. 6 vº.

[4] Preliminary Report S. 30, 37, 52 und 55.

[5] Ebenda S. 52.

etwa beide Systeme verschiedenen Zwecken gedient haben, läßt sich jetzt noch nicht feststellen.

Seltsamerweise findet sich nun südsüdwestlich von Kaschgar, zwischen den hohen Bergketten des Pamir, ein Land, das Hüan tsang 朅盤陀 *Kie-p'an-t'o* nennt, was St. Julien mit Khavanda (?) wiedergibt.[1] Von diesem Lande sagt der buddhistische Pilger: »Seine Schrift und seine Sprache gleichen im allgemeinen denen des Landes K'a-sha« (Kaschgar)[2]; das große Geschichtswerk T'ung tien (通典) von Tu yeu aber bemerkt über das Land, daß es »auch die Namen *Han-t'o* (漢陀) und 渴羅陀 *K'o-lo-t'o* habe«.[3] Diese letztere Bezeichnung würde nun die genaue Wiedergabe der Prākritform *Kharöṭṭha*, d. h. Sanskrit Kharoṣṭha sein. In Übereinstimmung hiermit sagen die T'ang-Annalen in ihrer Beschreibung des Landes Su-lê: »*K'o-p'an-t'o* oder *Han-t'o* oder *K'o-kuan-t'an* (渴館檀 — was einer Form Khavandha entsprechen würde —) oder *K'o-lo-t'o* liegt südwestlich von Su-lê«.[4] Die erstgenannte Geschichtsquelle aber fährt in ihrer Beschreibung fort: »Das Land liegt zwischen den Bergketten des Ts'ung-ling . . . es grenzt im Westen an das Land Hu-mi (Matotch?)[5], im Süden ist seine Grenze nicht bestimmt, im Norden reicht es bis an die Landesgrenze von Su-lê, im Nordwesten bis an das Land P'an-han (?). Seine Fürsten stammen aus Su-lê und haben seit Generationen in dem Lande residiert . . . . . Kleidung, Aussehen und Sprache der Bewohner dieses Landes sind denen von Khotan ähnlich, doch zeigen sie auch viele Verschiedenheiten. Ihre Schrift gleicht der der Brahmanen.«[6] Hier wäre also in der Tat ein Land, das dem Anschein nach den Namen Kharöṭṭha oder Kharoṣṭha gehabt hat, und dessen Schrift im allgemeinen der von Kaschgar und Khotan gleich war; die Bemerkung des chinesischen Historikers, daß sie »der der Brahmanen gleiche«, besagt nichts weiter, als daß sie das Aussehen einer indischen Schrift hatte. In seinem Auszuge aus dem Sin kiang chih lio (»Hydrographie de la Nouvelle Frontière«) hat St. Julien den Namen *Kie-p'an-t'o* oder *Ko-phan-tho* mit »Selekour ou Serlek«, d. h. Sarikkol identifiziert[7], Yule hat diese Identifikation übernommen[8], und Stein fand sie durch seine Beobachtungen in Tashkurgan durchaus bestätigt.[9]

---

[1] Mémoires II, 209 ff.

[2] A. a. O. 渴盤陀部 fol. 2 v°.

[3] Im 邊裔典 a. a. O. fol. 1 v°.

[4] 唐書 Cap. 227 fol. 22 v°.

[5] Mémoires II, 425.

[6] 通典 a. a. O. fol. 2 r°.

[7] Nouvelles Annales des voyages. Neue Serie III (1846) S. 47.

[8] Cathay and the Way thither I, CXLIX, Anm. 5.

[9] A. a. O. S. 11.

Nicht vereinfacht wird nun der Sachverhalt durch die merkwürdige Tatsache, daß in dem Verzeichnis der 64 Schriftarten im Fa yuan chu lin die 23. A-sha lautet, und daß darunter die erklärende Angabe (bei jeder Schriftart findet sich eine solche Erklärung) gesetzt ist: »Su-lê (疏勒)«; die darauf folgende Schriftart heißt »Schrift des Landes *Chih-na* (China)«.[1] Wie Pischel unten zeigt, steht im Sanskrit-Text des Lalitavistara vor Cīna als 20. Art *Khāsya-* oder *Khāṣyalipi*. Hierfür wäre A-sha im Chinesischen eine sehr ungenaue Umschreibung, indessen scheint ein anderes Äquivalent nicht in Betracht zu kommen. Ob man im Hinblick auf die chinesische Angabe und auf die alte Form *K'a-sha* oder *K'a-shih Khāṣyalipi* etwa als »Schrift von Kaschgar« zu deuten hat, wird gleichfalls unten von Pischel erörtert werden.

Was endlich »die Schriftart der *Hu*« anlangt, von der die T'ang-Annalen mit bezug auf Kaschgar sprechen, so gewinnen wir durch diese Angabe nicht viel. Mit Hu bezeichnen die chinesischen Geschichtschreiber alle Völker Mittel- und Westasiens, die Inder oft mit eingeschlossen. Wylie hält es allerdings für wahrscheinlich, daß mit »Schrift der *Hu*« das uigurische Alphabet gemeint sei[2]; er stützt sich dabei auf eine Stelle im Wên hien t'ung k'ao und wird bestärkt in seiner Annahme dadurch, daß die Fortsetzung dieses Werkes, das Sü wên hien t'ung k'ao, in einer aus dem 9. Jahrhundert stammenden Aufzählung von 56 verschiedenen im chinesischen Reiche in Gebrauch befindlichen Schriftarten die *Hu*-Schrift neben dem Sanskrit-Alphabet, d. h. wohl der *Brāhmī* oder der *Nāgarī*, besonders aufführt. Indessen wird dieser Unterschied durchaus nicht immer eingehalten, besonders wenn der Chronist ein orthodoxer Confucianer ist, der »die Barbaren« nur mit Sammelnamen bezeichnet. Das geht schon aus einer Stelle des Fa kie ngan li t'u hervor, die auch sonst für uns nicht ohne Wert ist. Der Verfasser, ein gläubiger Buddhist, denkt sich die Länder der Erde um den Ts'ung-ling (etwa den Pamir) als Mittelpunkt liegend. Den westlichen Teil dieses Tableaus bilden die Länder Tukhâra, Persien usw., während zu dem östlichen auch »die von den Hu (胡人) und den Tibetern (吐番) bewohnten Gegenden westlich der Gobi gehören«; Indien bildet den Süden. »Man darf also nicht«, so schließt er, »das Land Brahmas (梵) für ein Hu (胡)-Land halten und so Verwirrung anrichten. Wenn man Indien mit Hu bezeichnet, so ist das ein grober Fehler. Ebenso drückt man sich unrichtig aus, wenn man von Hu-Sūtras und einer Hu-Sprache redet; es heißt Sanskrit (梵)-Sūtras und

[1] 法苑珠林 Cap. 9 fol. 29 v°.
[2] Chinese Researches S. 255.

Sanskrit-Sprache.«[1] Es ist also tatsächlich aus der Bemerkung der älteren T'ang-Annalen nicht zu ersehen, ob etwa die uigurische Schrift oder eine andere gemeint ist. Ebenso mag dahingestellt bleiben, ob unter den Hu der eben zitierten Quelle, die gerade die für uns in Betracht kommenden Gegenden bewohnten, uigurische Völker zu verstehen sind; im 10. Jahrhundert findet sich der chinesische Name *Hu-lu-tsi* (胡盧磧) für die Uiguren.[2] Die Frage, welche Sprache in den Ländern Ostturkestans zu jener Zeit, als der Buddhismus dort blühte, d. h. wohl vom 2. Jahrhundert n. Chr. ab, die volkstümliche war, ob die uigurische oder eine andere türkische, wird sich nicht leicht entscheiden lassen, denn über die Geschichte der westlichen Uiguren, die vermutlich damals auch am Westrande der Gobi die Herrschaft hatten, ist noch wenig bekannt.[3] Vielleicht gibt die Entzifferung der von Stein bei Dandan-Uiliq (nordöstlich von Khotan) und bei Endere gefundenen in Brāhmī-Schrift, aber einer nicht-indischen Sprache geschriebenen Manuskripte[4] hierfür einen Fingerzeig. Jedenfalls können wir nach allem Gesagten annehmen, daß die Kharoṣṭhī (vielleicht in mehreren Variationen) und wohl gleichzeitig mit ihr die Brāhmī in den buddhistischen Klöstern jener Gegenden allgemein im Gebrauch waren; ob sie aber die beiden einzigen Schriftarten waren, oder ob, später vielleicht, die uigurische, die, wie Klaproth vermutet[5], durch syrische Nestorianer eingeführt wurde, daneben bestand, muß eine offene Frage bleiben.

2. Die indischen Quellen.

Von R. Pischel.

Der Name Kharoṣṭhī findet sich im Sanskrit bis jetzt nur einmal: Lalitavistara p. 143, 17 ed. Rājendralāla Mitra = p. 125, 19 ed. Lefmann. Lefmann schreibt dort *Brāhmī-Kharoṣṭī-Puṣkarasāriṃ*, Rājendralāla Mitra zweifellos richtiger *Brāhmīṃ Kharoṣṭīṃ Puṣkarasāriṃ*. Wie mir Lefmann auf meine Anfrage mitteilt, haben seine Handschriften *Kharoṣṭīṃ*, *Khaloṣṭī*° und *Karottī*°, keine also °*ṣṭrī*°. In der Übersetzung p. 182 schreibt Rājendralāla Mitra ebenfalls *Kharoshṭi* und Foucaux, Annales du Musée Guimet VI, p. 114 übersetzt »l'écriture de *Kharôchta*«. Das Pāli-Original dieser Stelle hat sich bisher nicht gefunden. Im Pāli würde das Wort *Kharŏṭṭhī* lauten, wie in

---

[1] 法界安立圖 Cap. I, 1 fol. 8 r°.
[2] Klaproth, Über die Sprache und Schrift der Uiguren S. 49.
[3] Bretschneider, Mediæval Researches I, 236 und 251.
[4] A. a. O. S. 39 und 55.
[5] Klaproth, a. a. O. S. 53.

der Ardhamāgadhī im Samavāyaṅgasutta p. 55 und der Paṇṇavaṇā p. 62, wo die Handschriften *Kharōṭṭhī* und *Kharōṭṭhiyā* haben (Weber, Indische Studien 16, 399; Verzeichnis der Sanskrit- und Prākrit-Handschriften der Königlichen Bibliothek zu Berlin 2, 2, 405. 563). Abhayadeva zum Samavāyaṅga p. 55 erklärt, über die 18 Abarten der Brāhmī lipi nichts mitteilen zu können, weil er nichts darüber gefunden habe (*etatsvarūpaṃ na dṛṣṭam iti na darśitam*) und Malayagiri zur Paṇṇavaṇā p. 61 sagt, die Schriftarten solle man aus der Überlieferung kennen lernen (*saṃpradāyād avaseyāḥ*). Die Scholiasten wußten also nichts darüber. Nānakacandra in seiner Sanskritübersetzung der Paṇṇavaṇā wiederholt p. 64 nur die falsche Lesart des Textes *Kharuṭṭī*. Pāli *Kharōṭṭhī* konnte ebensogut mit *Kharoṣṭhī* wie mit *Kharoṣṭrī* übersetzt werden. Die letzte Übersetzung lag den Indern unzweifelhaft näher, weil die Verbindung *kharoṣṭra* eine formelhafte ist. So z. B. Matsyapurāṇa 240, 24 *kharoṣṭrabahulo rājā*; 242, 5 *varāharkṣakharoṣṭrāṇām*; Agnipurāṇa 228, 5 *varāhāśvakharoṣṭrāṇām*; Brahmavaivarttapurāṇa 82, 4 *kharoṣṭramahiṣarūḍha*; 82, 15 *kharoṣṭrasaṃyukta*; Aṣṭāṅgasaṃgraha 2, 12 p. 251 *kharoṣṭramahiṣavāhanaḥ*; p. 253 *kharoṣṭramahiṣavarāhānyatamena*; Svapnādhyāya 25 (MS. Chambers 608) *kharoṣṭramahiṣaiḥ*; Bhāratīyanāṭyaśāstra 26, 14 *kharoṣṭrāśvānanāḥ*; Manu ed. Jolly 4, 115 *śvakharoṣṭre*; 11, 155 *viḍvarāhakharoṣṭrāṇām*; 12, 55 *śvasūkarakharoṣṭrāṇām*; Yājñavalkya 2, 160 *kharoṣṭram*; Viṣṇusmṛti 51, 26 *kharoṣṭrakākamāṃsāśane*; Indische Sprüche[2] 2043 *kharoṣṭramahiṣavyāghrān* u. s. w. Man sagte im Dvaṃdva-Kompositum *uṣṭrakharam* (Gaṇa zu Pāṇini 2, 4, 11; Gaṇaratnamahodadhi 2, 130). Im Pāli ist *ŏṭṭha* sowohl = *oṣṭha* als = *uṣṭra*. Wäre aber, wie Lévi p. 249 annimmt, *Kharoṣṭra* der Name für Kaschgar gewesen, so konnte es kaum etwas anderes bedeuten als »das Land der Esel und Kamele«, und es wäre sehr merkwürdig, wenn man bei der Übertragung von *Kharŏṭṭha* ins Sanskrit an *oṣṭha*, nicht an *uṣṭra* gedacht hätte. Keine Handschrift des Lalitavistara bietet aber *Kharoṣṭrīm*. Und auch das Prākrit spricht dagegen. Die Prākrit-Grammatiker lehren, daß *uṣṭra* zu *uṭṭa* wird, nur Mārkaṇḍeya läßt auch *uṭṭha* zu. Aus der Ardhamāgadhī habe ich *uṭṭa*, *uṭṭiya* = *auṣṭrika*, *uṭṭiyā* = *uṣṭrikā* reichlich belegt (Grammatik der Prākrit-Sprachen § 304). Ginge also der Name der Schrift auf *Kharoṣṭrī* zurück, so wäre in der Ardhamāgadhī *Kharŏṭṭī* und *Kharŏṭṭiyā* zu erwarten. Die besten Handschriften schreiben aber °*ṭṭhī* und °*ṭṭhiyā*.

Zu diesen sprachlichen Bedenken kommen sachliche hinzu. Die Aufzählung der Schriftarten beginnt im Lalitavistara mit *Brāhmī Kharoṣṭhī Puṣkarasārī*. Die erste wird also Brahman, die dritte dem Pauṣkarasādi zugeschrieben. Ein Pauṣkarasādi wird im Taittirīyaprātiśākhya 5, 37. 38; 13, 16; 14, 2; 17, 6, im Kommentare zu 5, 40; 14, 3

und in einem Vārttika des Kātyāyana im Mahābhāṣya 3, 465 erwähnt und von Patañjali als *acarya* bezeichnet. Ob er speziell Grammatiker war, ist nicht sicher, wie Kielhorn mit Recht hervorhebt (Indian Antiquary 16, 103f). Aber unzweifelhaft beschäftigte er sich mit phonetischen Fragen, die ihn sehr leicht zur Schriftgeschichte führen konnten. Daß er ein alter Autor war, ist sicher. Ein Rechtslehrer Puṣkarasādi wird von Āpastamba, Dharmasūtra 1, 6, 19, 7 und 1, 10, 28, 1 zitiert, wohl derselbe von Hiraṇyakeśin, Gṛhyasūtra 1, 6, 8 (l. Pauṣkara°), und im Pālikanon tritt mehrmals ein Brahmane Pŏkkharasāti auf (E. Müller, Journal of the Pāli Text Society 1888, p. 57). Es scheint mir nun so gut wie unmöglich, daß man zwischen Brahman und Pauṣkarasādi die Schrift von Kaschgar gestellt haben sollte. Vielmehr spricht gerade diese Stellung für die bestimmte Angabe aller alten chinesischen Quellen[1], Kharoṣṭha »Eselslippe« sei Eigenname eines großen Heiligen. Auch in der Aufzählung der Jaina stehen Kharŏṭṭhī und Pukkharasāriyā nebeneinander, zwischen Baṃbhī und Kharŏṭṭhī aber noch Javaṇāliyā und Dāsāpuriyā oder Dāsāūriyā. Eine sichere Deutung dieser beiden Namen ist leider nicht möglich. Es liegt nahe, die Dāsāpuriyā auf Daśapura zurückzuführen, so daß hier in der Tat ein Ortsname zwischen Personennamen stände. Aber die gut beglaubigte Lesart Dāsāūriyā mit ū macht die Herleitung von *daśapura*, *daśapūra*, einer Grasart, wahrscheinlicher, um so mehr, als auch *yavanāla* Name einer Grasart ist. Die Schriften dürften daher nach der Form der Buchstaben genannt worden sein. Beachtenswert ist jedenfalls, daß auch hier die Kharŏṭṭhī unmittelbar vor der Pukkharasāriyā steht.

Analogien zu dem Eigennamen Kharoṣṭha bieten, abgesehen von zahlreichen mythischen Eigennamen, wie: Kharakaṇṭha, Kharakarṇī usw., die Personennamen: Kharanāda, Kharanādin, Kharapa, Kharījaṅgha, Gardabhimukha, Gardabhīvipīta, Rasabhasena. Der Name kann also indisch sein, und die Angabe der Chinesen, Kharoṣṭha habe in Indien gelebt, ist an sich nicht bedenklich. Wir können vielleicht sogar noch die Gegend näher bestimmen, in die er gehört. In der dialektischen Form Kharaosta findet sich der Name in den Inschriften auf dem Löwenkapitäl von Mathurā (JRAS. 1894 p. 533. 536; vergl. 549f.). *sta* für *ṣṭa*, *ṣṭha* aber erscheint im Dialekt der Kharoṣṭhī-Versionen der Aśoka-Edikte von Shāhbāzgarhi und Mansehra (Bühler, ZDMG. 43, 130 f., 274; Johansson, Der Dialekt der sogenannten Shāhbāzgarhi-Redaktion 2, 17). Es findet sich auch in Kharamosta auf skythischen Münzen (Rapson, Indian Coins p. 9. 20). Shāhbāzgarhi und Mansehra liegen im äußersten Nordwesten Indiens, und der iranische

[1] Vergl. auch Weber, Indische Studien 16, 400 Anm. 1.

Wandel von *sva* in *spa*, der sich in beiden findet (Bühler, a. a. O. S. 146. 276; Johansson, a. a. O. 2, 5), zeigt, daß iranische Einflüsse sich hier bereits geltend machten. Der Name Kharaosta kann aber nicht als iranisch angesehen werden. Zwar findet sich *khara* in allen iranischen Dialekten, aber *oṣṭha* läßt sich im Iranischen nur in der Form *aoṣtra* nachweisen, die bei Jamaspji-Haug, An old Zand-Pahlavi Glossary, p. 8, gegeben wird und wohl *aoṣta* zu lesen ist. Sonst wird für »Lippe« im Iranischen *lap*, *lav*, *lov* u. dergl. gebraucht (Gray, Indo-Iranian Phonology § 358), während in indischen Dialekten *oṣṭha* herrscht (Gray, a. a. O. § 458. 835), auch im Baṣgalī als *yūṣt* (Davidson, Notes on the Ba*sh*gali (Kāfir) Language (Calcutta 1902), p. 107, Nr. 809) sich findet. Das *sta* in Kharaosta aber weist uns in die Gegend, wo die linksläufige Schrift üblich ist, die ja auch das Avestā hat, und hier wird ihr Erfinder gelebt haben. Kharoṣṭha ist also Sanskritübersetzung von Kharaosta, und die Überlieferung der Chinesen erweist sich somit als richtig.

Wie Franke oben zeigt, berichten die T'ang-Annalen, daß Su-lê, d. h. Kaschgar, auch K'a-sha genannt werde. Nun finden wir in der Aufzählung der Schriften im Lalitavistara auch eine *Khāsyalipi* oder, wie Lefmann hat, *Khāṣyalipi*. Varianten sind noch *Khoṣya*° und *Khasya*°. Hintereinander stehen *Daradalipi*, *Khaṣyalipi*, *Cīnalipi*, und in ähnlicher Reihenfolge finden wir bei den Jainas unter den Mlecchās aufgeführt die *Cīṇa*, *Lhāsiya*, *Khasa*, *Khasiya* (Indische Studien 16, 332. 397; vergl. Verzeichnis 2, 2, 510). Daß mit *Khāṣyalipi* die Schrift von Kaschgar gemeint ist, macht nicht nur der Name, sondern auch die Anordnung wahrscheinlich, die streng geographisch ist. So werden im Lalitavistara auch gleich hinter der Brāhmī, Kharoṣṭhī, Puṣkarasārī zusammengestellt die Schriften der Aṅga, Vaṅga, Magadha, Völker, die nicht nur in der Sanskritlitteratur miteinander verbunden werden (B-R. s. v. s. v.), sondern die auch die Jaina an die Spitze der *khettāriya* stellen (Indische Studien 16, 397; Verzeichnis 2, 2, 562), weil sie geographisch zusammengehören. Wäre die Kharoṣṭhī die Schrift von Kaschgar gewesen, so müßten wir erwarten, sie zwischen der Daradalipi und der Cīnalipi zu finden. Dort aber steht die Khāṣyalipi, die sich durch ihren Namen wie durch die Tradition der Chinesen als Schrift von Kaschgar erweist. Demgegenüber kommt nicht in Betracht, was Ktesias von den Καλύστριοι berichtet. Die Schilderung dieses Volkes ist derartig, daß, wenn man auch alles Fabelhafte abzieht, niemand ihnen den Gebrauch einer Schrift zutrauen wird.

Die Kharoṣṭhī ist durch die glänzenden Entdeckungen Steins, von denen er in seinem Preliminary Report on a Journey of Archæological and Topographical Exploration in Chinese Turkistan (London

1901) Nachricht gegeben hat, in den Vordergrund des Interesses der Sanskritisten gerückt worden. Die Bearbeitung des umfangreichen und äußerst schwierigen Materials wird lange Zeit erfordern und kann nur durch die vereinten Kräfte mehrerer mit Aussicht auf Erfolg in Angriff genommen werden. Vor allem ist zu wünschen, daß Stein selbst von der Indischen Regierung die Muße gewährt wird, die Resultate aus seinen Forschungen und Sammlungen zu ziehen. Der Wissenschaft würde damit ein großer Dienst geleistet werden.

Ausgegeben am 12. Februar.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

VIII. IX.

12. Februar 1903.

BERLIN 1903.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER

Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«.

[illegible]

... bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammt-Akademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 11.

[illegible]

§ 28.

[illegible]

§ 29.

[illegible] Für diese wie für alle übrigen Theile der Sitzungsberichte sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.

[illegible]

1903.
VIII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

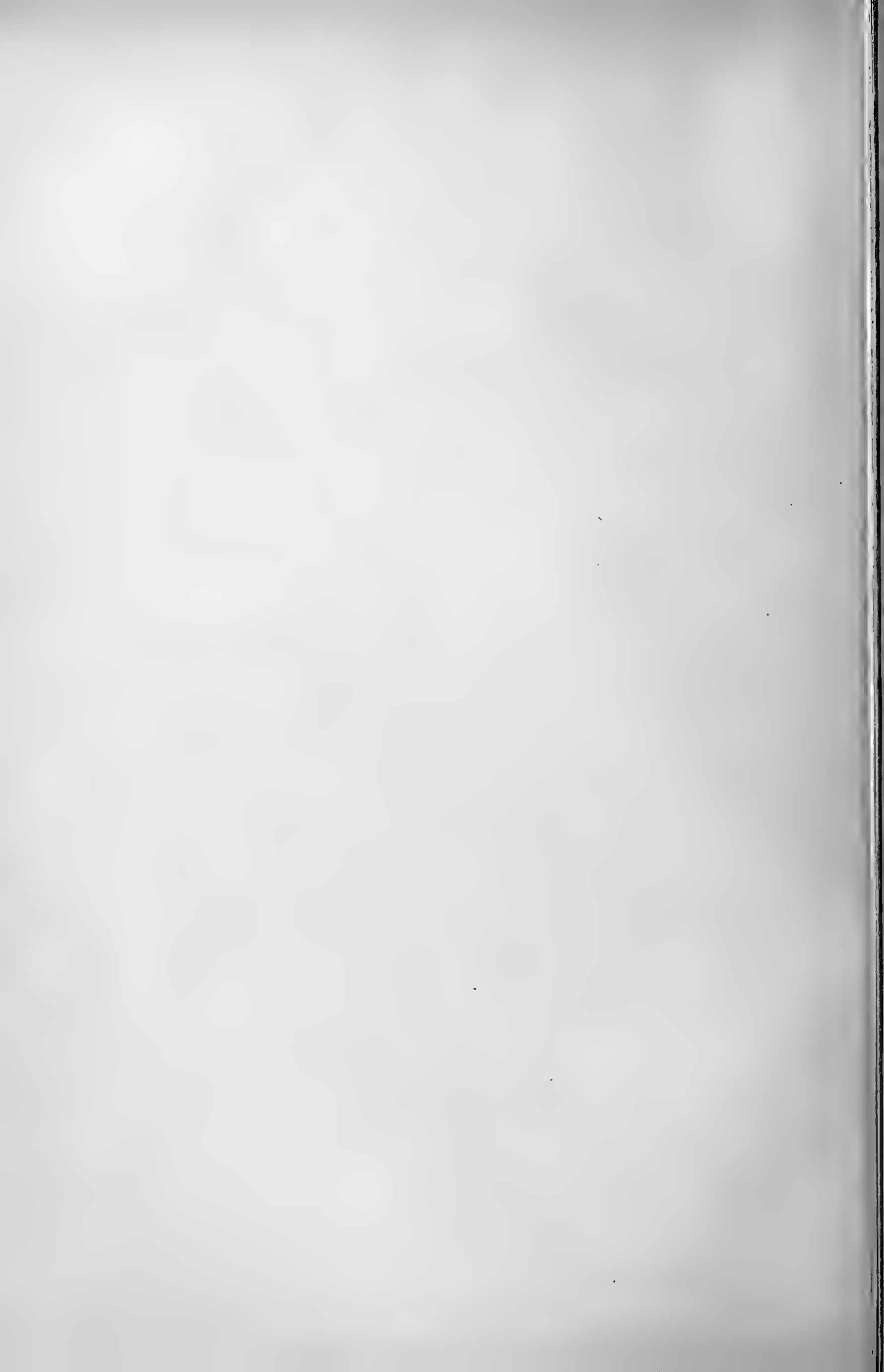
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

12. Februar. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Hr. Möbius las über gesetzliche Grundlagen der ästhetischen Betrachtung und Beurtheilung der Thiere.

Aesthetische Eindrücke erhalten wir von der einheitlichen Gestalt und der Gliederung der betrachteten Thierformen; von Abzeichen des fortschreitenden, abnehmenden und abschliessenden Wachsens ihrer Körpertheile; von der Festigkeit niederhängender Gebilde (Haare, Federn, Randfäden der Quallen); von dem Verhalten der lebenden Thiere zu der alle Körper niederziehenden Schwere durch Aufwärtswachsen und Aufrechthalten sowie durch die Fortbewegung des ganzen Körpers auf dem festen Boden, im Wasser und in der Luft.

Ausgegeben am 19. Februar.



1903.
IX.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

12. Februar. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Vahlen.

1. Hr. Dilthey las über die ersten Jahre der Wirksamkeit von Niebuhr in Berlin.

Er behandelte die politische Thätigkeit Niebuhr's und dann die Beziehungen desselben zu Savigny, Schleiermacher, Heindorf, Spalding und Buttmann sowie Niebuhr's erste Vorlesungen über römische Geschichte.

2. Hr. Harnack las: »Einige Bemerkungen zum 5. Buch der Kirchengeschichte des Eusebius nach der neuen Ausgabe von Schwartz«.

Der Verf. bespricht einige schwierige Stellen, auf welche Hr. Schwartz in seiner Ausgabe hingewiesen hat.

3. Hr. Schmoller legt im Namen des correspondirenden Mitgliedes Hrn. E. Levasseur (Paris) sein der Akademie übersendetes Werk »Mémoire sur les monnaies du règne de François I« (1902) vor.

Es bildet die Einleitung zu der Nouvelle Série des Ordonnances des rois de France, Tome I. Es stellt zugleich die würdige Fortsetzung der grossen Arbeit le Blanc's, Traité historique des monnoyes de France (1690) vor; diese war unter Einfluss und Mitwirkung Ducange's entstanden, hatte die ersten Bände der Ordonnancen-Sammlung eingeleitet und hatte bis 1456 nur einige kümmerliche Fortsetzungen in den späteren Bänden der Ordonnancen gefunden. Das bedeutsame Mémoire von Natales de Wailly über den wechselnden Werth des Livre tournois bis zur Einführung des heutigen Decimalgeldes (Académie des Inscr. et belles Lettres Oct. 1856) konnte die Lücke so wenig ausfüllen als der Münzkatalog von Hoffmann (1878) oder das Werk von F. de Saulcy (4 Bände 1876—1892), das die Regierung Franz' I. behandelt, aber wesentlich nur Texte bringt.

Das Mémoire von Levasseur geht nun bis 1456 zurück und reicht bis zur Reform von 1577 (Einführung der Goldwährung); im Centrum steht aber die Münzgeschichte unter Franz I. und sie behandelt erschöpfend die Münzbehörden, die technische Herstellung und Münzverwaltung, die einzeln geprägten Münzen, ihre Veränderungen (den Münzfuss) die Münzgesetzgebung, die Geschichte des Münzwerthes, die Edelmetallproduction u. s. w. Kurz, es ist nicht bloss eine historisch münztechnische, sondern ebenso eine verwaltungsrechtliche und wirthschaftsgeschichtliche Untersuchung von hohem Werthe.

Einige Bemerkungen zum 5. Buch der Kirchengeschichte des Eusebius nach der neuen Ausgabe von Eduard Schwartz.

Von Adolf Harnack.

Die neue und abschliessende Ausgabe der Kirchengeschichte des Eusebius, mit der uns Schwartz beschenkt hat, habe ich zunächst in Bezug auf das 5. Buch durchgearbeitet. Es ist nur Weniges, was ich anzumerken habe. Der Herausgeber möge aus den wenigen Bemerkungen, noch mehr freilich aus der stillschweigenden Zustimmung, den Dank erkennen.

1. Der Text, wie ihn Schwartz vorgelegt hat, hält sich streng — bei sorgfältigster Beobachtung des Syrers und Rufin's — an die Überlieferung der griechischen Handschriften. Eine Conjectur ist überhaupt nicht in den Text aufgenommen, und nur einmal ist ein Wort, welches alle Handschriften bieten, eingeklammert (p. 456, 1), ein zweites Mal ist eine Partikel, die nur der Syrer und Rufin haben, ergänzt (p. 444, 20), weil sie sich dort, wo das Citat zum ersten Mal vorkommt, auch in den griechischen Mss. findet. Der Text weicht in dem 5. Buch von dem Heinichen's — von den Accent- und Druckfehlern Heinichen's abgesehen[1] — nur an 83 Stellen ab. Das ist eine geringe Zahl, und sie erscheint noch kleiner, wenn man erwägt, dass die vielen belanglosen Umstellungen und überhaupt alle Kleinigkeiten von mir mitgerechnet sind. Die Mehrzahl der Abweichungen — sachlich ist kaum eine von Bedeutung — hat ihren Grund in der niedrigeren Schätzung des Cod. Paris. 1430 (A), bez. der Gruppe AT (Laurent. 70, 7), E (Laurent. 70, 20) und R (Mosq. Synod. 50).

[1] Bei Schwartz habe ich nur einen Druckfehler (p. 448, Anm. Z. 1) bemerkt. — Einige Male bietet Heinichen einen anderen Text, ohne die Bezeugung anzugeben; so schreibt er (p. 416, 8 Schwartz) ταῦτα δὲ mit der Bemerkung »ταῦτα δὴ Lämmer tacite«, während nur ταῦτα δὴ bezeugt ist, so fehlt bei ihm (p. 432, 8 Schwartz) μόνῳ, p. 434, 13 giebt er stillschweigend μαρτυρίων (doch s. seine Bemerkung zu p. 400, 10 [Schwartz]), p. 458, 25 fehlt bei ihm τὸ ohne Bemerkung, p. 476, 20 schreibt er ohne Bemerkung ᾧ συνών. Umgekehrt giebt Schwartz p. 500, 14 f. die LA τῶν χρόνων τῶν Βίκτορος nicht, für die H. mehrere Zeugen anführt.

Da diese geringere Schätzung und die Bevorzugung von B (Paris. 1431) und D (Paris. 1433) unzweifelhaft gerechtfertigt ist — die Hervorhebung von BD ist das neue und wichtigste Ergebniss der Quellenprüfung —, so sind so gut wie alle Entscheidungen von Schwartz zu billigen.[1] Nur an vier Stellen, unter jenen 83, sind mir Bedenken aufgestiegen:

P. 406, 1 f. bietet Schwartz: ἀνελήμφθη καὶ αὐτὸς εἰς τὸν κλῆρον τῶν μαρτύρων, παράκλητος χριστιανῶν χρηματίσας, ἔχων δὲ τὸν παράκλητον ἐν ἑαυτῷ, τὸ πνεῦμα τοῦ Ζαχαρίου. Dazu die Anmerkung: »το πνα B Rufin τὸ πνα πλεῖον A Syr. το πλεῖον T[1] M πλεῖον T durch Rasur corr., ER«. Die Aussagen der Zeugen sind der Streichung des πλεῖον nicht günstig; denn ausser dem Cod. B bieten es alle griechischen Handschriften und der Syrer; Rufin aber kommt kaum in Betracht, da er sich an dieser Stelle die grösste Freiheit bei seiner Übersetzung genommen hat. Viel eher könnte man τὸ πνεῦμα streichen, welches weniger gut bezeugt ist als πλεῖον und für welches man sich nur zur Noth auf Rufin berufen darf. Sachlich aber ist πλεῖον bez. τὸ πλεῖον m. E. nicht zu missen: denn dass der Paraklet einfach als »τὸ πνεῦμα τοῦ Ζαχαρίου« bezeichnet ist, wäre sehr auffallend. Allerdings hat der Verfasser kurz vorher in Bezug auf denselben Vettius Epagathus geschrieben (p. 404, 16 f.): οὗ καὶ ἐπὶ τοσοῦτον ἠκρίβωτο ἡ πολιτεία ὡς καίπερ ὄντα νέον συνεξισοῦσθαι τῇ τοῦ πρεσβυτέρου Ζαχαρίου μαρτυρίᾳ. Da in beiden Fällen Zacharias (der Vater des Johannes) gemeint ist, so liegt die Erwägung nahe, Vettius könne nicht zuerst als dem Zacharias gleichkommend und dann als ihn übertreffend prädicirt sein; diese Erwägung ist es wohl gewesen, welche Schwartz zu der Streichung des πλεῖον veranlasst hat. Allein das erste Mal wird die Person des Vettius als dem Zacharias gleichkommend gerühmt, das andere Mal dagegen wird der Geist, der in Vettius war, mit dem Geist, der in Zacharias war, verglichen. Da war es sachgemäss, ja gefordert, dass jener Geist als dem Geiste dieses überlegen bezeichnet wird; denn in Zacharias hat nach urchristlicher Anschauung der heilige Geist noch nicht als Paraklet gewaltet. Als Paraklet hat sich dieser Geist erst seit der Erhöhung Christi kundgethan. Also ist entweder zu lesen: ἔχων δὲ παράκλητον ἐν ἑαυτῷ, τὸ πνεῦμα πλεῖον τοῦ Ζαχαρίου oder ἔχων δὲ παράκλητον ἐν ἑαυτῷ (τὸ) πλεῖον τοῦ Ζαχαρίου. Jene LA wird vorzuziehen sein.

P. 412, 8 f.: τῷ κλήρῳ τῶν μαρτύρων προσετέθη bietet Schwartz mit B gegen ἐν τῷ κλήρῳ τ. μ. π., welches ATERM lesen. Schwartz scheint über-

[1] Dass er p. 460, 16 das sinnlose πόντον (s. auch p. 336, 2), durch welches noch jüngst Duchesne zu einer gewagten historischen Conjectur verführt worden ist, aus dem Text gewiesen hat, war mir eine besondere Freude. Auch Heinichen hatte sich übrigens bereits gegen dasselbe erklärt. Erfreulich ist auch, dass man jetzt p. 458, 2 ἀγένητος liest, trotz BDM.

sehen zu haben, dass auch der Syrer das Letztere bietet. B ist hier, wie auch im vorigen Fall, überschätzt. ἐν τῷ κλήρῳ τ. μαρτύρων προσετέθη scheint mir aber grammatisch nicht unmöglich. In Acta 2, 47 bieten einige Mss. ὁ κύριος προσετίθει . . . τῇ ἐκκλησίᾳ, Cod. D aber ἐν τῇ ἐκκλησίᾳ.

P. 456, 1 schreibt Schwartz: καθὼς καὶ αὐτὸς ὁ ναύτης [Μαρκίων], und sagt in der Note, er wolle Μαρκίων gestrichen sehen. Die Bezeugung ist folgende: καὶ αὐτὸς ὁ ναύτης Μαρκίων RBM Rufin ὁ ναύτης Μαρκίων D καὶ αὐτὸς Μαρκίων ATE Μαρκίων der Syrer. Die Versuchung, Μαρκίων trotz dieser Einstimmigkeit der Zeugen zu streichen, empfinde ich wohl, nicht aber das Recht. Vielleicht hat Rhodon selbst — die Stelle ist ein Citat — nur ὁ ναύτης geschrieben, aber für den Eusebiustext Μαρκίων auch nur einzuklammern, liegt nach den Principien, denen Schwartz sonst folgt, kein Grund vor.

P. 468, 17. Über Μαρκιανισταί und Μαρκιωνισταί habe ich vor bald 30 Jahren Untersuchungen angestellt und es für wahrscheinlich gehalten, dass die Marcioniten in alter Zeit auch Μαρκιανισταί genannt worden sind. Ich bin seitdem skeptischer geworden. Schwartz stellt hier und p. 372, 1 Μαρκιανισταί her, und zwar auf die Autorität von AT'M bez. AT'DM. Ich halte diese Autorität gegenüber allen übrigen Zeugen (auch Rufin und den Syrer) für zu schwach und glaube annehmen zu müssen, dass Μαρκιανισταί eine verhältnissmässig späte falsche Analogiebildung ist. Dass man im 2. und 3. Jahrhundert, in welchen es auch Anhänger eines berühmten Ketzers Namens Marcus neben den Marcioniten gab, die weltbekannten Marcioniten Marcianisten genannt hat, ist unwahrscheinlich.

2. Der besondere Werth der neuen Ausgabe liegt in den kritischen Winken, welche in den Noten gegeben sind. Sie erweisen, mit welchem Scharfsinn und mit welcher Sorgfalt und Umsicht der Text durchgearbeitet ist, und offenbaren zugleich die ausbündige Kunst des Herausgebers, in wenigen Worten viel zu sagen. In diesen Winken steckt zugleich das Urtheil, welches sich Schwartz über die Art und die Correctheit der eusebianischen Excerpte gebildet hat. Noch niemals ist m. W. die Aufmerksamkeit der Forscher auf dieses Problem sicher gelenkt worden. Da die eusebianische Kirchengeschichte ein Cento ist, so muss, soweit es möglich ist, unterschieden werden, was in der Originalschrift stand, was im Excerpt und was Eusebius schliesslich in seinen Text gesetzt hat. In Buch II—IV ist noch mehr Anlass zu diesen Unterscheidungen, aber auch in Buch V fehlen Anlässe nicht. Freilich — ob die Fehler vom Excerptor (Eusebius selbst bez. hülfreiche Genossen) oder bei der Schlussredaction gemacht worden sind, das wird sich in den seltensten Fällen feststellen lassen. Auch

an die Möglichkeit späterer Glosseme ist zu denken[1], und das complicirt das Problem. Ich durchmustere im Folgenden die von Schwartz gegebenen Winke.

P. 404, 10 f. προεστηκότων wird als altes Glossem bezeichnet. Der Satz lautet: ἀναχθέντες εἰς τὴν ἀγορὰν ὑπό τε τοῦ χιλιάρχου καὶ τῶν προεστηκότων τῆς πόλεως ἐξουσιῶν. Wohl um des falschen Genus willen nimmt Schwartz hier ein Glossem an, aber das scheint mir kein ausreichender Grund zu sein, da die Handschriften keinen Anstoss genommen haben. Dazu kommt, dass dieselbe Behörde p. 414, 4 αἱ πολιτικαὶ ἐξουσίαι heisst. Dem entspricht nach meiner Empfindung αἱ προεστ. τῆς πόλεως ἐξουσίαι besser als αἱ τ. πόλεως ἐξουσίαι. Man sagt m. W. nicht ἡ ἐξουσία τῆς πόλεως, αἱ ἐξουσίαι τῆς ἐκκλησίας u. s. w., um Behörden zu bezeichnen.

P. 406, 7 f. lautet die Überlieferung: ἐντεῦθεν δὴ διεκρίνοντο οἱ λοιποί, καὶ φανεροὶ καὶ ἕτοιμοι ἐγίνοντο πρωτομάρτυρες, οἳ καὶ μετὰ πάσης προθυμίας ἀνεπλήρουν τὴν ὁμολογίαν τῆς μαρτυρίας, ἐφαίνοντο δὲ καὶ οἱ ἀνέτοιμοι κτλ. Schwartz will καὶ φανεροὶ οἱ ἕτοιμοι ἐγίνοντο πρὸς τὸ μαρτυρεῖν lesen, indem er das Überlieferte als sinnlos bezeichnet. Das ist etwas stark ausgedrückt, aber doch richtig, und die Conjectur ist glänzend. Das Excerpt ist wohl von Eusebius selbst falsch gelesen worden.

P. 406, 18 »ἄξιοι wohl aus ἀξίως verdorben«, sehr einleuchtend; auch hier liegt eine Verlesung Euseb's oder schon des Excerptors vor.

P. 408, 28 »ἐξ ἀνθρώπων aus ἐξανθρώπους entstellt« (ὁ δὲ Σάγκτος ... ὑπὲρ πάντα ἄνθρωπον πάσας τὰς ἐξ ἀνθρώπων αἰκίας γενναίως ὑπομένων), möglich, aber m. E. nicht nothwendig; der Gegensatz zu ὑπὲρ πάντα ἄνθρωπον scheint mir bei der überlieferten LA stärker hervorzutreten.

P. 410, 23. Hier hat Wendland ἐμποιήσοι für ἐμποιήσειεν vorgeschlagen.

P. 416, 17 f.: ἤγοντο ἐπὶ τὰ θηρία εἰς τὸ δημόσιον καὶ εἰς κοινὸν τῶν ἐθνῶν τῆς ἀπανθρωπίας θέαμα: »κοινὸν altes Glossem, durch καὶ εἰς mit dem Text verbunden«. Diese Annahme ist um so wahrscheinlicher, als der Syrer καὶ εἰς κοινὸν nicht gelesen zu haben scheint (Rufin hat so frei übersetzt, dass er nicht in Betracht kommt); allein für gesichert kann sie m. E. nicht gelten; denn εἰς τὸ δημόσιον kann das Amphitheater bezeichnen, und es konnte in breiter Rede dazu εἰς κοινὸν ... θέαμα wohl noch hinzugefügt werden: »in das Amphitheater und zu einem allgemeinen Schauspiel«.

---

[1] Mit der Annahme solcher, wenn sie durch keine Handschrift indirect bezeugt sind, wird man freilich sehr vorsichtig sein müssen, denn der Consensus des Griechen, Syrers und Lateiners lässt für Glosseme im Eusebiustext so gut wie keinen Spielraum. Wohl aber können zahlreiche Glosseme schon in die Quellenschriften eingedrungen sein, bevor sie zu Eusebius gekommen waren.

P. 418, 8f. ἢ καὶ διὰ τοῦ βλέπεσθαι σταυροῦ σχήματι κρεμαμένη δια τῆς εὐτόνου προσευχῆς πολλὴν προθυμίαν τοῖς ἀγωνιζομένοις ἐνεποίει, βλεπόντων αὐτῶν ἐν τῷ ἀγῶνι καὶ τοῖς ἔξωθεν ὀφθαλμοῖς διὰ τῆς ἀδελφῆς τὸν ὑπὲρ αὐτῶν ἐσταυρωμένον. »διὰ τοῦ βλέπεσθαι alter Zusatz«. Er müsste vor dem Syrer liegen, also wohl in voreusebianischer Zeit. Als Zusatz sind die unerträglichen Worte schwer erklärbar; mir scheint in βλέπεσθαι eine Verschreibung zu stecken (durch ihre Gebetshaltung, die ausgebreiteten Hände, erschien sie als Gekreuzigte).

P. 420, 8f. δι᾽ ἐκείνων γὰρ οἱ πλείους τῶν ἠρνημένων ἀνεμετροῦντο καὶ ἀνεκυΐσκοντο καὶ ἀνεζωπυροῦντο] »ἀνεμετροῦντο ATERB ἀνενεοῦντο M nach Conjectur ἀνεμητροῦντο in cod. Paris. 1437 übergeschrieben mit falscher Conjectur; >Ruf. Syr., voreusebianische Corruptel, vielleicht aus ἀνεμαιοῦντο« (gemeint ist wohl ἀνεμαιεύοντο). Dass ἀνεμετροῦντο sinnlos ist, ist sicher. Der Syrer hat das Wort nicht ausgelassen, sondern »sie wurden empfangen« gelesen: ἀνεμητροῦντο, von μήτρα gebildet, wäre also m. E. das passendste Wort, wenn es sich sonst belegen liesse. Zum Gedanken s. Joh. 3, 4: πῶς δύναται ἄνθρωπος γεννηθῆναι γέρων ὤν; μὴ δύναται εἰς τὴν κοιλίαν τῆς μητρὸς αὐτοῦ δεύτερον εἰσελθεῖν καὶ γεννηθῆναι.

P. 420, 11 ἐγγλυκαίνοντος τοῦ τὸν μὲν θάνατον τοῦ ἁμαρτωλοῦ μὴ βουλομένου, ἐπὶ δὲ τὴν μετάνοιαν χρηστευομένου θεοῦ] »ἐγγλυκαίνοντος ATERB ἐγγλυκαίνοντες M verdorbene Stelle«. Warum die Stelle verdorben sein soll, ist mir nicht klar. In den unserem Brief gleichaltrigen Acta Theclae 1 liest man: Παῦλος ... ἔστεργεν αὐτοὺς σφόδρα, ὥστε πάντα τὰ λόγια κυρίου καὶ τῆς γεννήσεως καὶ τῆς ἀναστάσεως τοῦ ἠγαπημένου ἐνγλυκαίνειν (EFHIK, ἐνγλυκένειν L, ἐγγλυκαίνειν C, ἐγλύκαινεν A, ἐγλύκανεν BG) αὐτούς. Transitive Bedeutung für ἐγγλυκαίνοντος auch an unserer Stelle anzunehmen, ist nicht leicht (s. den sofort folgenden Satz: ἵνα καὶ πάλιν ἐπερωτηθῶσιν ὑπὸ τοῦ θεοῦ), aber doch nicht unmöglich (der Syrer hat das Wort durch »Locken« wiedergegeben); das Wort ist hier wohl intransitiv zu nehmen: »Gott waltete freundlich«.

P. 420, 15f. Zu dem Zwischensatze: ἔστιν δὲ αὕτη [scil. die πανήγυρις in Lyon] πολυάνθρωπος ἐκ πάντων τῶν ἐθνῶν συνερχομένων εἰς αὐτήν, bemerkt Schwartz: »man erwartet ἐκ πασῶν τῶν γαλλιῶν«.

P. 424, 4 schlägt Schwartz einen nothwendigen Artikel vor.

P. 424, 22f. τοῦ ἡγεμόνος καὶ τοῦ δήμου τὸ ὅμοιον εἰς ἡμᾶς ἄδικον ἐπιδεικνυμένων μῖσος. Schwartz hält ἄδικον für eine alte Doublette zu ὅμοιον. Nöthig ist die Annahme nicht; denn ἄδικον ist neben μῖσος nicht ganz überflüssig, es giebt ja auch ein μῖσος δίκαιον. Im 1. Clemensbrief liest man (5, 4) δια ζῆλον ἄδικον und im Evangelium (Luc. 16, 11) ist vom ἄδικον μαμωνᾶς die Rede.

P. 428, 21. Für das unerträgliche, mit Recht als voreusebianische Corruptel bezeichnete ὁμόλογοι schlägt Schwartz ὁμολογο(ῦντες ἔτ)ι,

Wendland ὁμόλογοι vor. Ich vermuthe, dass das Wort ganz zu tilgen ist. Der terminologische Unterschied von Märtyrern und Confessoren hat sich m. W. erst im Laufe des 3. Jahrhunderts herausgebildet. Damals mag an den Rand unserer Stelle zu den Worten: ἡμεῖς δὲ μέτριοι καὶ ταπεινοί, das Wort ὁμολογ. in dieser Abkürzung gesetzt worden und so in den Text gekommen sein.

P. 430, 6 f. Zutreffend ist auf die Störung des Gedankens aufmerksam gemacht, mit Recht aber auch bemerkt, das das Excerpt schlecht abgeschnitten sein könne.

P. 436, 18. Für den Apolog. Graecus Tertullians c. 5 nimmt Schwartz als LA an: ποταποὶ οὖν οἱ νόμοι οὗτοι οἷς καθ' ἡμῶν μόνοι ἕπονται ἀσεβεῖς κτλ., für Eusebius' Wiedergabe οἵ und μόνων, Tertullian selbst schrieb: »Quales ergo leges istae quas adversus nos soli exequuntur (»exercent« al.) impii.« Bei der notorischen Ungenauigkeit und Liederlichkeit der griechischen Version des tertullianischen Apologeticus (s. meine Abhandlung in den Texten und Untersuchungen VIII, 4) ist es wohl möglich, dass der Fehler schon vom Übersetzer gemacht ist.

P. 438, 19 macht Schwartz mit Recht darauf aufmerksam, dass im Irenäus-Citat durch falsche Abgrenzung des Excerpts das nothwendige κηρύσσουσα weggefallen ist.

P. 440, 1. Mit gutem Grund hat Schwartz in dem Irenäus-Citat διδαχῇ gegeben, obgleich Irenäus sicher διαδοχῇ geschrieben hat; denn alle Eusebius-Zeugen bieten Jenes. Der Fehler ist von Euseb's Excerptor oder von einem älteren Abschreiber gemacht; umgekehrt ist p. 440, 11 die lateinische Übersetzung des Irenäus gegen Eusebius' Excerpt im Unrecht. Auf andere Unterschiede zwischen Irenäus und Eusebius' Excerpten will ich hier nicht eingehen.

P. 452, 17. 19f. Hier constatirt Schwartz mit Recht, dass in dem Clemens-Citat bei Eusebius ὅ und τις τῶν zu lesen sei, während Clemens οἵ und τῆς τῶν geschrieben hat.

P. 454, 12. Hier kann man ein Versehen Euseb's aus seiner Chronik unwidersprechlich feststellen; die in der jerusalemischen Bischofsliste durch Homöoteleuton ausgefallenen Namen ἄλλος Μάξιμος καὶ Ἀντωνῖνος — sie fehlen in der Kirchengeschichte bei allen Zeugen — finden sich in der Chronik.

P. 456, 14. Die Annahme, dass im Rhodon-Citat ἀπεφαίνετο vor Eusebius interpolirt worden sei, ist ansprechend, aber nicht nothwendig.

P. 460, 19. Das ἕκαστά τε ist sinnlos und durch die Conjectur ἐκτενέστατα von Schwartz sehr befriedigend ersetzt.

P. 462, 24 f. Dass entweder κωλύεσθαι oder σιωπᾶν zu tilgen ist und dass wohl auch διάβολος eine Interpolation ist, ist einleuchtend.

P. 464, 7. Der Zwischensatz: ὀλίγοι δ' ἦσαν οὗτοι τῶν Φρυγῶν ἐξηπατημένοι, durchbricht den Zusammenhang und ist flüchtig stilisirt. Schwartz will ⟨οἱ⟩ οὕτως ⟨ὑπὸ⟩ κτλ. Mir scheint, man hilft am besten dadurch, dass man den ganzen Satz als unrichtige (voreusebianische) Randbemerkung streicht. Es ist nicht wahrscheinlich, dass derselbe Schriftsteller, der die ganze Kirche der Stadt Ancyra als durch die Montanisten in Aufruhr versetzt schildert (p. 460, 15ff.) und auch sonst keinen Zweifel über die Mächtigkeit der Bewegung lässt, hier geschrieben haben soll, die Zahl der Bethörten sei gering gewesen. Das wird in der zweiten Hälfte des 3. Jahrhunderts hinzugesetzt worden sein, als die montanistische Secte ihren Höhepunkt längst überschritten hatte. Für unnöthig halte ich die Streichung des γάρ p. 464, 10; denn der mit γάρ eingeleitete Satz lässt sich als Begründung des Satzes: ὅτι μήτε τιμην μήτε πάροδον εἰς αὐτὴν [scil. die allgemeine Kirche] το ψευδοπροφητικον ἐλάμβανε πνεῦμα, zur Noth verstehen. Auch das τοῦτο möchte ich aus demselben Grunde gegen die Conjectur von Schwartz ταὐτὸ schützen (p. 464, 11): »sie kamen zu dem Zweck, das falsche prophetische Pneuma abzuwehren, zusammen«; ταὐτὸ erscheint mir dem gegenüber matt.

P. 466, 2 ist die Interpolation des Wortes λόγος einleuchtend.

P. 472, 2f. ἀλλ' οὐκ ἂν ἔχοιεν δεῖξαι τεσσαρεσκαιδέκατον ἤδη που τοῦτο ἔτος ἀπὸ τῆς Μαξιμίλλης τελευτῆς. Mit Recht hat Wendland Anstoss genommen und καίτοι nach δεῖξαι einzuschieben vorgeschlagen. Vielleicht ist ἔχει einzuschieben, welches nach ἔχοιεν leicht verloren gehen konnte. Für diese Verbesserung kann man sich auf Rufin berufen: »Decipitur eorum confirmatio. quartum decimum iam paene habet annum, ex quo defuncta est Maximilla«.

P. 474, 4. Die Conjectur Wendland's (πάντως für πῶς) ist sehr ansprechend; doch ist bei der Kürze des Citats nicht sicher zu entscheiden.

P. 476, 10. Schwartz will εἰ πεποίθησιν ἔχουσιν ἐν τούτῳ, στήτωσαν für ἔχουσιν, στήτωσαν ἐν τούτῳ lesen. Nothwendig ist die Umstellung nicht.

P. 490, 11ff. Besonders gelitten zu haben scheinen die Polykrates-Citate bei Eusebius (s. auch Buch III, p. 264, 11ff.). Mit Recht hat Schwartz an Φίλιππον (p. 264, 13f. und 490, 16) und an dem Ausdruck: καὶ δύο θυγατέρες αὐτοῦ γεγηρακυῖαι παρθένοι καὶ ἡ ἑτέρα αὐτοῦ θυγάτηρ ἐν ἁγίῳ πνεύματι πολιτευσαμένη ἐν Ἐφέσῳ ἀναπαύεται, Anstoss genommen. Vielleicht hat Polykrates von vier Töchtern gesprochen, das über die dritte Gesagte aber ist ausgefallen. Unheilbar scheint mir die Stelle p. 492, 8ff. zu sein; die Conjecturen ὑμῖν für ὑμῶν, ὃς für οἷς und die Streichung der Worte τῶν συγγενῶν μου befriedigen nicht. Ich vermuthe, dass mit ἔτι δε κἀγώ ein neues Excerpt beginnt, welches fälschlich unmittelbar an das vorige angerückt und dazu am Anfang unge-

schickt abgeschnitten ist, da das Verbum finitum fehlt. Das plebejische ἤρνυεν (p. 492, 12), welches SCHWARTZ durch ᾔρεν (s. Rufin) ersetzen will, könnte doch richtig sein. Hat Polykrates nicht überhaupt plebejisch bez. incorrect geschrieben und erklären sich etwa von daher die Anstösse? In diesem Falle könnte man sogar das ungefüge, an das Semitische erinnernde οἷς καὶ παρηκολούθησά τισιν αὐτῶν (p. 492, 9f.) stehen lassen.[1]

P. 494, 20. An dem γεγονυῖα des Irenäus würde ich keinen Anstoss nehmen, wenn auch die Construction γέγονεν verlangt.

P. 500, 25f. SCHWARTZ hält die Worte »τὸν χριστόν« in dem Satze: τὸν λόγον τοῦ θεοῦ τὸν χριστὸν ὑμνοῦσιν θεολογοῦντες, für ein Glossem. Ich kann ihm nicht Recht geben, denn um Christus, nicht um den Logos Gottes an sich, handelt es sich in dem Abschnitt (vergl. Z. 22 und 24). τὸν χριστόν ist eine nicht zu missende Apposition zu τὸν λόγον τοῦ θεοῦ, ohne welche der Traditionsbeweis für die θεολογία τοῦ χριστοῦ, auf den es dem Verfasser hier ankommt, unzureichend wäre.

P. 506, 14. Dass παρέλαβον nicht erträglich ist, hat SCHWARTZ mit Recht bemerkt, aber die Heilung der Stelle ist sehr zweifelhaft.

P. 506, 17. Das προφάσει χάριτος bietet schweren Anstoss; SCHWARTZ hat ihn auf's Glücklichste gehoben, indem er χάριτος aus χάριν entstanden sein lässt, welches als Glosse zu προφάσει zu verstehen ist.

Damit habe ich das, was SCHWARTZ zum Text des 5. Buches bemerkt hat, durchmustert. Eine anstössige Stelle, die er übersehen hätte, ist mir nicht aufgefallen, so genau hat er den Text durchgearbeitet. Das bekannte Räthsel »Alcibiades-Miltiades« freilich hat auch er ungelöst lassen müssen.[2]

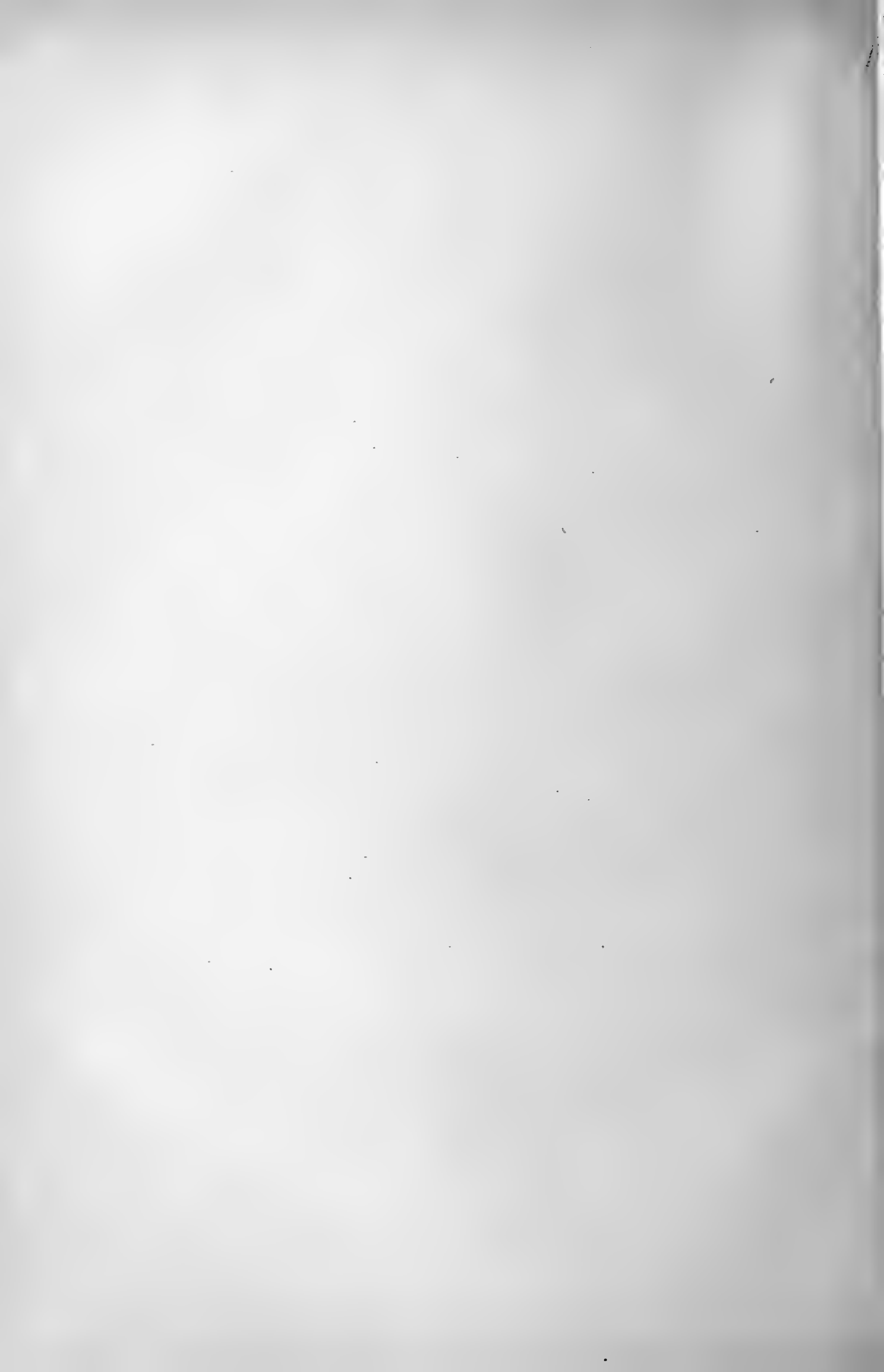
---

[1] Auch Hegesipp (semitischer Herkunft) schreibt p. 368, 26f.: οἷς συνέμιξα πλέων εἰς Ῥώμην καὶ συνδιέτριψα τοῖς Κορινθίοις. SCHWARTZ hält freilich auch hier τοῖς Κορινθίοις für ein Glossem.

[2] Das 5. Buch gehört in textkritischer Hinsicht nicht zu den schwierigeren; bedeutend schwieriger ist z. B. das 4. Buch. Hier sind auch die Abweichungen SCHWARTZ' vom Texte HEINICHEN's zahlreicher (ich zähle 113) und ebenso die Stellen, an denen der überlieferte Text Bedenken des Herausgebers erregt hat (48). Diese Stellen finden sich auch hier ausschliesslich in den von Eusebius verwertheten Excerpten.

Ausgegeben am 19. Februar.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.



SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

X. XI. XII.

19. 26. Februar 1903.

BERLIN 1903.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«.

... Donnerstags acht Tage nach ...

... der Gesammt-Akademie oder der betreffenden Classe.

§ 11.

... Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich ...

... Verfasser, welche Mitglieder der Akademie ... auf Kosten der Akademie weitere gleiche Sonderabdrucke bis zur Zahl von noch hundert, und ... bis zur Zahl von zweihundert ... zu unentgeltlicher Vertheilung ...

... Nichtmitglieder ... rechtzeitiger Anzeige bei dem redigirenden Secretar weitere 200 Exemplare auf ihre Kosten abziehen lassen.

§ 28.

... für alle übrigen Theile der Sitzungsberichte sind ... die Verfasser verantwortlich.

1903.
X.

SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

19. Februar. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Vahlen.

*1. Hr. Koser las »Über den Ausgang der Regierung Friedrich's des Grossen«.

Nach zeitgenössischen Urtheilen aus den letzten Jahren Friedrich's II. werden Grad und Grenzen seiner Popularität zu bestimmen gesucht. Rückblickende Betrachtungen des Königs auf seine Regierung und sein Leben werden zusammengestellt mit der Kritik seines Lebenswerkes durch die Epigonen von 1786 und durch die Generation der Epoche von 1807—1813.

2. Hr. Waldeyer legte eine Abhandlung des Hrn. Dr. Hjalmar Grönroos, Privatdocenten der Anatomie in Helsingfors (Finland), vor: Die Musculi biceps brachii und latissimo-condyloideus bei der Affengattung *Hylobates* im Vergleich mit den entsprechenden Gebilden der Anthropoiden und des Menschen. (Abh.)

3. Der Vorsitzende legte vor den 2. Band des mit Unterstützung der Akademie herausgegebenen Werkes: Prosopographia Attica ed. Iohannes Kirchner. Berolini 1903.

4. Die physikalisch-mathematische Classe hat zu wissenschaftlichen Unternehmungen bewilligt: Hrn. Prof. Dr. Julius Bernstein in Halle a. S. zu Untersuchungen des thermischen Verhaltens des elektrischen Organs der Fische 4000 Mark; Hrn. Prof. Dr. Norbert Herz in Wien zur Fortführung der Bearbeitung eines Sternkatalogs auf Grund seiner auf der Kuffner'schen Sternwarte ausgeführten Zonenbeobachtungen 500 Mark; Hrn. Privatdocenten Dr. Rudolf Magnus in Heidelberg zu Untersuchungen über die Einwirkung von Giften auf glatte Musculatur 750 Mark; Hrn. Prof. Dr. Hugo Hermann Schauinsland in

Bremen zur Herausgabe eines Werkes »Beiträge zur Entwickelungsgeschichte und Anatomie der Wirbelthiere« 2000 Mark.

Die Akademie hat den ordentlichen Professor an der Universität Strassburg Dr. Wilhelm Windelband am 5. Februar zum correspondirenden Mitglied ihrer philosophisch-historischen Classe gewählt.

Die Akademie hat das correspondirende Mitglied der philosophisch-historischen Classe Hrn. Karl Adolf von Cornelius in München am 10. Februar durch den Tod verloren.

Ausgegeben am 5. März.

1903.
XI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

26. Februar. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Vahlen.

1. Hr. Harnack las über »Ius ecclesiasticum, eine Untersuchung über den Ursprung des Begriffs«.

Die bestimmte Vorstellung, dass die Kirche »iura« besitze, findet sich zuerst bei Tertullian. Derselbe Schriftsteller bezeichnet vor Allem die Binde- und Lösegewalt der Kirche als »ius ecclesiae«; das Bussverfahren liess eben diese immer sicherer als das specifische »ius« erscheinen. Um 375 nennt ein römischer Schriftsteller die Schlüsselgewalt »ius ecclesiasticum«; gleichzeitig bezeichnet ein anderer römischer Schriftsteller mit diesem Namen die christlich-kirchlichen Gebote überhaupt. Beide scheinen einen in Rom geläufigen Sprachgebrauch vorauszusetzen; aber noch im 5. Jahrhundert ist er nicht im officiellen Gebrauch der Kirche, und der Staat kennt noch kein »ius ecclesiasticum«.

2. Hr. Sachau berichtet über die von dem Bibliothekar an der Königlichen Bibliothek zu Berlin, Hrn. Dr. Oskar Mann auf Veranlassung der Akademie unternommene Studienreise in Persien und Kurdistan.

Nachdem er am 25. October 1901 von Marseille abgereist, machte er für den Winter 1901/2 Schiraz, für den Frühling und Sommer 1902 erst Ispahan, dann Kirmanschâh zu seinem Standquartier und unternahm von dort aus grosse Wanderungen in den Thallandschaften und Gebirgsländern der Persis, Elam's und Medien's bis an die Türkische Grenze, indem er überall bei den Städtern und Bauern, in den Zeltlagern der Kurdischen und Lurischen Stämme zahlreiche und zum grossen Theil gänzlich unbekannte Dialekte aufnahm und fixirte. Es ist ihm gelungen, manche Landschaft kennen zu lernen, welche vor ihm kein Europäer betreten, und dabei, obwohl gelegentlich unter grossen Beschwerden und Widerwärtigkeiten, ausgedehnte sprachliche Sammlungen anzulegen, volksthümliche epische Dichtungen, Volkslieder und Prosa-Erzählungen aufzuzeichnen, zu übersetzen und zu commentiren, aus denen die Sprachwissenschaft seiner Zeit gründliche Information über diesen bisher wenig beachteten Theil des indogermanischen Sprachgebiets schöpfen wird. Es ist dankbar anzuerkennen, dass Hr. Dr. Mann von Seiten der Kaiserlichen Gesandtschaft in Teheran, des Kaiserlichen Konsuls in Buschir Hrn. Dr. Reinhardt's sowie der HH. A. Heinicke in Schiraz und Th. Strauss in Sultanabad die freundlichste Unterstützung gefunden hat, und ganz besonders ist es der mächtigen Protection Sr. Excellenz des Gouverneurs Ahmad Khân Alâ-eddaule zu danken, wenn es ihm bisher beschieden gewesen ist, in sonst nicht ganz sicheren Gegenden unbehelligt seines Weges ziehen zu können.

3. Hr. Diels überreicht der Akademie sein Werk: Die Fragmente der Vorsokratiker. Griechisch und deutsch. Berlin 1903.

Ius ecclesiasticum.

Eine Untersuchung über den Ursprung des Begriffs.

Von Adolf Harnack.

Die Anfänge der Rechtsbildung in der christlichen Kirche und damit den Anfang des Kirchenrechts wird man verschieden datiren, je nach dem Begriff »Recht«, den man zu Grunde legt, und nach dem Bilde, das man sich aus den Quellen von den Ursprüngen der christlichen Kirche gemacht hat. Vom dogmatischen Standpunkte aus führt man das Kirchenrecht nicht nur auf die Apostel, sondern sogar auf Jesus Christus selbst zurück. Wer dagegen der Ansicht ist, dass alle Rechte vom Staate ausgehen bez. erst durch staatliche Anerkennung zu Rechten werden, wird urtheilen, dass es vor Constantin überhaupt kein Kirchenrecht geben konnte. Zwischen diesen Extremen sind verschiedene Anschauungen möglich (vor Allem die Ansicht der genossenschaftlichen Rechtsbildung). Fruchtbarer wird es aber sein, statt die Untersuchung durch dogmatische Urtheile vorweg zu nehmen oder durch vorgreifende Begriffsbestimmungen zu verengen, den wirklichen geschichtlichen Verlauf in's Auge zu fassen, die sich bildende familienhafte, genossenschaftliche und städtische Rechtsordnung in der Kirche in ihrer Entstehung und Entwicklung zu verfolgen und ihren Übergang in eine öffentliche Ordnung, nachdem sie zu einer provincialen und dann zu einer Art von Reichsordnung geworden, zu studiren. Wie Vieles hier zu geschehen hat und wie sehr die wissenschaftliche Behandlung des ältesten Kirchenrechts. von einigen bedeutenden Ausnahmen abgesehen, noch in den Kinderschuhen, d. h. in der nur abgeblassten katholischen Schablone steckt, ist den Kennern nicht verborgen.

In eine Untersuchung aber der Anfänge selbständiger Rechtsbildung und Rechtssprechung in der Kirche gedenke ich an dieser Stelle nicht einzutreten, sondern beabsichtige lediglich ein eng begrenztes Thema zu erörtern, nämlich die Entstehung des terminus technicus »ius ecclesiasticum«.[1] Vielleicht wird die Aufhellung seines Ursprungs auch ein Licht auf die Anfänge der kirchlichen Rechtsbildung überhaupt werfen.

[1] Am nächsten stehen dem »ius ecclesiasticum« die Begriffe ἐξουσία (potestas), τὸ δίκαιον, τὰ δικαιώματα, ὁ κανών; verwandte Begriffe sind »nova lex« (»lex Christi«, »lex Christiana«, »lex sacramenti«) und »disciplina Christiana« (»forma disciplinae«); allein sie sind doch von dem Begriff »ius ecclesiasticum« sehr verschieden und haben eine viel ältere, reichhaltigere und complicirtere Geschichte.

1.

Im Neuen Testament und in den übrigen ältesten christlichen Schriften fehlt, wie zu erwarten, der Begriff vollständig. Wohl ist von der »Gewalt« Jesu und der Apostel die Rede — die griechische Bezeichnung dafür »ἐξουσία« giebt die lateinische Bibel ohne Schwanken durch »potestas« wieder —, aber an »Recht« wird nicht gedacht. Die »Gewalten« beruhen nach ursprünglicher Anschauung auf Charismen des heiligen Geistes, und sie begründen kein Imperium, sondern ein Ministerium (διακονίαν), auch wo sie sich als Strafgewalten documentiren.

Die älteste Stelle, auf die man sich für die Existenz des terminus technicus »Recht« in der Kirche, also »Kirchenrecht«, berufen könnte, findet sich in dem um das Ende des zweiten Jahrhunderts verfassten Verzeichniss neutestamentlicher Bücher, dem sogenannten Muratorischen Fragment. Hier liest man in Bezug auf den Evangelisten Lucas: »Evangelii librum secundo Lucan Lucas iste medicus post ascensum Christi, cum eo (lies: eum) Paulus quasi ut iuris studiosum secundum adsumsisset, ... conscripsit«. Die Worte haben zu vielen Interpretationen und Correcturen Anlass gegeben. Den umstrittenen Punkt bildete eben das Wort »iuris«. Man hat dafür »iure« oder »sui« oder (für ut iuris) »itineris« oder »virtutis« oder »litteris« oder »fratrem« u. A. conjicirt. Aber unser verewigter College Pernice hat mich in der Entscheidung, den überlieferten Text nicht anzutasten, bestärkt. »Iuris studiosus« war eine feste Bezeichnung für den »adsessor« in Rom, d. h. für die jungen Leute, die sich einem juristischen Lehrer anschlossen, sich unter seiner Leitung praktisch bethätigten und so von ihm lernten. S. Digest. I, 22, 1 (Paulus, Zeitgenosse des Verfassers unseres Fragments): »Omne officium adsessoris, quo iuris studiosi partibus suis funguntur, in his fere causis constat: in cognitionibus postulationibus libellis edictis decretis epistulis«. Digest. 48, 19, 9, 4 (Ulpian): »Solet autem ita [scil. advocationibus] vel iuris studiosis interdici vel advocatis«. Digest. 50, 13, 4: »Divus Antoninus Pius rescripsit iuris studiosos, qui salaria petebant, haec exigere posse«. Gellius 12, 13, 2: »Cur me potius rogas quam ex istis aliquem peritis studiosisque iuris, quos adhibere in consilium soletis«. Sueton, Nero 32: »Ne inpune esset studiosis iuris, qui scripsissent vel dictassent«.[1] Lucas wird nicht als

[1] Die Stellen hat noch Hr. Pernice zusammengestellt. Hr. Kuhn, der in seiner Schrift »Das muratorische Fragment über die Bücher des Neuen Testaments« (Zürich, 1892) S. 39ff. über unsere Stelle ebenso urtheilt wie wir, hat auch einen Theil dieser Stellen beigebracht, dazu noch Digest. 47, 2, 52, 20 (Ulpian): »Herennio Modestino studioso meo de Dalmatia consulenti rescripsi«. Hr. Schneider (bei Kuhn S. 41) bemerkt: »Viele Beispiele von solchen iuris studiosi sind aus Rom, kein einziges aus der Provinz bekannt. Die Rechtsprechung bildete an letzterem Orte einen zu geringen Theil

»iuris studiosus«, sondern als »quasi ut[1] iuris studiosus secundus« bezeichnet, d. h. sein Verhältniss zum Apostel wird mit dem Verhältniss eines willig folgenden Assessors zu seinem Lehrer verglichen. So stellte man sich in der That um das Jahr 200 dieses Verhältniss vor, s. Irenäus, Adv. haer. III. 14, 1: »Lucas inseparabilis fuit a Paulo et cooperarius eius in evangelio«. Ist diese Erklärung richtig und die andere, wunderliche abzulehnen. Lucas, der Heidenchrist, habe bei Paulus das christliche Ius — etwa das Alte Testament — studiren sollen[2], so enthält unsere Stelle nichts, was man mit »Kirchenrecht« in Zusammenhang bringen könnte.

2.

Tertullian, der juristisch und stoisch gebildete Christ, ist u. W. der erste, der den Begriff »Recht« (ius) auf die Kirche bezogen hat. Wie in so vielen anderen Fällen, hat er den kirchlichen Sprachgebrauch auch hier begründet, aber nicht nur den Sprachgebrauch — die Sache selbst ist, soviel wir wissen, von ihm zuerst aufgebracht worden.

Die Begriffe »ius naturae«, »ius divinum«, »ius humanum«, »ius proximum« waren ihm geläufig, und das Wort »ius« lag ihm überhaupt nahe. So verwendete er es zunächst in nicht-technischem oder doch nicht streng technischem Sinne in Bezug auf die Kirche. De praescr. haer. 20 schreibt er: »Omnes [ecclesiae] primae et omnes apostolicae, dum una omnes, probant unitatem communicatio pacis et appellatio fraternitatis et contesseratio hospitalitatis, quae iura non alia ratio regit quam eiusdem sacramenti una traditio«[3]. Die »una traditio eiusdem sacramenti« ist die Überlieferung einer und derselben Glaubensregel; sie begründet nach Tertullian die »Rechte« einer jeden christlichen Gemeinschaft auf den »Frieden«, den Brudernamen und die Gastfreundschaft innerhalb der Gesammtkirche. Es ist lehrreich, dafs die Bezeichnung »iura« hier auf solche Stücke angewendet worden ist, welche allen Christen ohne Ansehen des Standes oder des Unterschiedes von Klerus und Laien gebühren und die Gemeinde als eine gleich-

der Beschäftigung des Magistrats, als dass er hätte Schule machen können«. Der Ausdruck »iuris studiosus« ist sowohl der Annahme des römischen Ursprungs unseres Verzeichnisses als der anderen, dass es keine Übersetzung aus dem Griechischen ist, günstig.

[1] Auf dieses »quasi ut« will ich hier nicht eingehen. Statt »secundum« kann man »secum« lesen (auch Cyprian, p. 609, 10, ed. Hartel, schwankt die Lesart); allein nothwendig ist die Correctur nicht; man kann »secundus« entweder als »der Zweite« (neben Paulus selbst) fassen, oder als »willig folgend«, »gewogen«.

[2] Ein Ungedanke, der dazu so ungeschickt und unverständlich wie möglich ausgedrückt wäre.

[3] Dass die Kirche ihren Bestand letztlich nicht an Rechten hat, weiss Tertullian sehr wohl; s. Apolog. 39: »Corpus sumus de conscientia religionis et disciplinae unitate et spei foedere«.

artige und innig verbundene Gemeinschaft von anderen Gemeinschaften abheben. Aber auch das ist nicht zu übersehen, dass nach Tertullian die Christenrechte ausschliesslich aus der Überlieferung der Glaubensregel fliessen. Wer diese Glaubensregel nicht beobachtet, ist eo ipso dieser Rechte verlustig. Die Kirche ist nur die apostolische und legitime, sofern sie die Kirche der rechten Lehre ist, d. h. das richtige Glaubensgesetz (»regula fidei«, »lex fidei«, so öfters bei Tertullian) aufrecht erhält: das, was aus ihm fliesst, sind die »iura ecclesiae«. Man vergleiche auch die Stelle De praescr. haer. 27: »Et illas [ecclesias] recognoscant, de quarum fide et scientia et conversatione apostolus gaudet et deo gratias agit, quae tamen hodie cum illis correptis unius institutionis iura miscent«.[1]

Aber zu Tertullian's Zeiten existirte schon ein besonderer Klerikerstand in den Gemeinden, der sich über den Laien erhob, und die Befugnisse desselben bezeichnet Tertullian ebenfalls als »iura«. De baptismo 1 heisst es, dass den Frauen das »ius docendi« nicht zukomme, und de baptismo 17 liest man: »Dandi [baptismum] habet ius summus sacerdos, qui est episcopus, dehinc presbyteri et diaconi, non tamen sine episcopi auctoritate, propter ecclesiae honorem, quo salvo salva pax est. alioquin etiam laicis ius est. quod enim ex aequo accipitur, ex aequo dari potest: nisi episcopi iam aut presbyteri aut diaconi, vocantur discentes.[2] domini sermo non debet abscondi ab ullo. perinde et baptismus, aeque dei census, ab omnibus exerceri potest. sed quanto magis laicis disciplina verecundiae et modestiae incumbit, cum ea maioribus [scil. presbyteris] conpetant, ne sibi adsumant dicatum episcopis officium! episcopatus aemulatio schismatum mater est. omnia

---

[1] Daher kommt den Häretikern, weil ihnen die »consanguinitas doctrinae« fehlt (De praescr. 32), kein christliches »ius« zu; s. a. a. O. 37: »Ita Non-Christiani [scil. haeretici] nullum ius capiunt Christianarum litterarum, ad quos merito dicendum est: Qui estis? quando et unde venistis? .... quo, Marcion, iure silvam meam caedis? qua licentia, Valentine, fontes meos transvertis? qua potestate, Apelles, limites meos commoves?« Im Folgenden wird der kirchliche Rechtsstandpunkt den Häretikern gegenüber streng besitzrechtlich also beschrieben: »Mea est possessio, olim possideo, prior possideo, habeo origines firmas ab ipsis auctoribus quorum fuit res. ego sum haeres apostolorum. sicut caverunt testamento suo, sicut fidei commiserunt, sicut adiuraverunt, ita teneo. vos certe exhaeredaverunt semper et abdicaverunt ut extraneos, ut inimicos. unde autem extranei et inimici apostolis haeretici, nisi ex diversitate doctrinae?«

[2] Der Satz ist von Kellner, Tertullian's Sämmtliche Schriften II, S. 55, missverstanden worden. Er übersetzt: »es müsste denn etwa sein, lernende Brüder wollten sich Bischöfe, Priester oder Diakonen nennen lassen«. Diese grammatisch kaum mögliche Übersetzung passt zu dem vorhergehenden Satze nicht. Tertullian sagt vielmehr: »Wenn keine Bischöfe oder Presbyter oder Diakonen (da sind), werden Laien gerufen« (scil. um die Taufe zu ertheilen). »Discentes« (= discipuli, s. de praescr. 3, de pudic. 3) ist Bezeichnung der Laien; die Kleriker sind die »magistri«.

licere dixit sanctissimus apostolus, sed non omnia expedire«.[1] Die Ausführung ist werthvoll; analysirt man sie, so ergiebt sich Folgendes: 1. Tertullian bezeichnet die Function des Taufens (und auch des Lehrens) als ein »ius«; 2. dieses »ius« steht principiell allen Christen zu (doch nur den männlichen) und kann auch unter Umständen von allen ausgeübt werden; 3. aber der »honor ecclesiae«, der den Frieden in der Kirche verbürgt, und, ihm entsprechend, die Disciplin bestimmen, dass die Ausübung der Tauffunction (officium) zunächst und regelmässig dem Bischof zukommt. Die übrigen Kleriker können sie nur »ex auctoritate episcopi« ausüben, die Laien nur, wenn schlechterdings keine Kleriker vorhanden sind. Das Taufen ist also an sich ein »ius« der ganzen Kirche und aller Christen, ebenso wie die communicatio pacis, die appellatio fraternitatis und die contesseratio hospitalitatis. Aber in Bezug auf die Ausübung giebt es bereits ein »ius episcopi«. Dieses »ius« kommt ihm aber nicht von Christus oder den Aposteln, sondern stammt aus der der Kirche schuldigen Ehrerbietung, deren Oberpriester und daher Repräsentant der Bischof ist.

Diesen Standpunkt, der kein hierarchischer ist — alle Rechte sind principiell der Kirche gegeben —, hat Tertullian als Montanist natürlich festgehalten. Der Montanismus verwickelte ihn in schwere Kämpfe mit den »laxen« Bischöfen und veranlasste ihn, ihren weitgreifenden Ansprüchen auf Regierung der Kirche entgegenzutreten. Verhöhnte er doch den römischen Bischof als »pontifex maximus« und bezeichnete einen seiner Erlasse ironisch als »edictum peremptorium« und als »liberalitas«.[2] Damals schrieb er:[3] »Differentiam inter ordinem [Klerus] et plebem constituit ecclesiae auctoritas et honor per ordinis consessum sanctificatus. adeo ubi ecclesiastici ordinis non est consessus, et offers et tinguis et sacerdos es tibi solus. sed ubi tres, ecclesia est, licet laici .... Igitur si habes ius sacerdotis in temetipso, ubi necesse est, habeas oportet etiam disciplinam sacerdotis, ubi necesse sit habere ius sacerdotis«. Er hat damit den Gedanken, den er in dem Tractat de baptismo ausgeführt hat, nur noch schärfer formulirt: die Kirche hat Rechte, aber eben die Kirche hat sie, und darum jeder einzelne Christ. Wieder führt er ausdrücklich das Taufen als ein Recht an, nennt aber ausserdem noch die Function, das Abendmahlsopfer darzubringen, ein Recht, und erklärt es für eine secundäre, weil nur kirchendisciplinäre Anordnung, dass diese Rechte nicht von allen Christen, sondern von einem besonderen Stande in der Kirche ausgeübt werden.

---

[1] Im Folgenden wird noch ausgeführt, dass den Weibern das »ius tinguendi« bez. die »potestas docendi et tinguendi« nicht zukommt.

[2] De pudic. 1.

[3] De exhort. cast. 7.

Indessen die Bezeichnung der bisher genannten Stücke als »iura ecclesiae« kann noch immer als etwas Zufälliges erscheinen. Schwerlich haben sie den Anlass geboten, von iura ecclesiae im technischen Sinne zu sprechen. Dieser Anlass muss von andersher bereits gegeben gewesen sein, und so ist es in der That. Wir erkennen das, wenn wir die grosse Ausführung Tertullian's gegen den römischen Bischof in der Schrift de pudicitia (c. 21) in's Auge fassen. Dieser (Kallist) hatte behauptet, dass ihm als Nachfolger der Apostel bez. des Petrus alle apostolischen Gewalten zukommen und dass diese Gewalten die Macht schrankenloser oder fast schrankenloser Sündenvergebung involviren. Tertullian bekämpft das nicht in Bezug auf die »doctrina«, aber man müsse zwischen »doctrina apostolorum« und »potestas apostolorum« unterscheiden. Die »potestas« — und das ist die Macht, Sünden zu vergeben — ist immer und war auch bei den Aposteln ausschliesslich an den Besitz des heiligen Geistes geknüpft, ist daher unübertragbar und wird stets von Neuem vom Geist verliehen, wem und wann er will. Dass die Apostel den Geist besessen haben, haben sie durch ihre Weissagungen und Wunder bewiesen; darum waren *sie* befugt, Sünden zu vergeben. »Exhibe igitur et nunc mihi, apostolice (höhnische Anrede an Kallist), prophetica exempla, ut agnoscam divinitatem, et vindica tibi delictorum eiusmodi remittendorum *potestatem* .... sed habet, inquis, *potestatem ecclesia delicta donandi*. hoc ego magis et agnosco et dispono .... de tua nunc sententia quaero, *unde hoc ius ecclesiae usurpes*. si quia dixerit Petro dominus: »super hanc petram aedificabo ecclesiam meam, tibi dedi claves regni caelestis«, vel, »quaecumque alligaveris vel solveris in terra, erunt alligata vel soluta in caelis«, idcirco praesumis et ad te derivasse *solvendi et alligandi potestatem*, id est ad omnem ecclesiam Petri propinquam? qualis es, evertens atque commutans manifestam domini intentionem personaliter hoc Petro conferentem? .... secundum Petri personam spiritalibus potestas ista conveniet, aut apostolo aut prophetae. nam et ipsa ecclesia proprie et principaliter ipse est spiritus .... illam ecclesiam congregat quam dominus in tribus posuit .... et ideo *ecclesia quidem delicta donabit*, sed ecclesia spiritus per spiritalem hominem, non ecclesia numerus episcoporum; domini enim, non famuli est *ius et arbitrium*, dei ipsius, non sacerdotis«.[1] Die Gewalt, Sünden zu vergeben, ist das »ius ecclesiae« — so wird es ausdrücklich bezeichnet —, um welches es sich an dieser Stelle handelt, und man kann schwerlich bezweifeln, dass von hier der specifische Begriff seinen Aus-

---

[1] Vergl. auch den Satz in demselben Capitel, der sich an jeden Bischof richtet: »Disciplinae solius officia sortitus es, nec imperio praesidere sed ministerio«.

gang genommen hat; denn die Vollmacht, Sünden zu vergeben, war das Hauptstück unter den kirchlichen Gütern. Sie vor Allem konnte als ein »Recht« aufgefasst werden, und sie musste zu Rechtsbildungen im Detail Anlass geben, da ihr Verfahren eine Art von Process darstellte: am Process ist die Rechtsbildung zu allen Zeiten erwachsen.[1] Aber auch hier vertritt Tertullian einen antihierarchischen und urkirchlichen Standpunkt: der Kirche kommt dieses »ius« zu, der Kirche in ihrer Gesammtheit, sofern sie den heiligen Geist in ihrer Mitte hat. Nicht die Bischöfe haben daher dieses Recht zu verwalten, sondern die »Geistträger«, die Inspirirten. Aber die Auffassung, dass den Bischöfen und besonders dem römischen Bischof das ius ecclesiae gebühre, war damals bereits verbreitet. Sie wird von dem römischen Bischof energisch vertreten. Er leugnet nicht, dass das »ius delicta donandi« der Kirche verliehen sei, aber eben daraus schliesst er, dass es von den Bischöfen, in erster Linie von dem Nachfolger des Petrus, verwaltet werde. Nicht darüber war Streit, ob die Kirche dieses »ius« und andere »iura« überhaupt besitze, sondern darüber, wer sie zu verwalten habe. Auch der Gegenbischof des Kallist in Rom, Hippolytus, stand in dieser Frage nicht auf der Seite Tertullian's, sondern auf der seines Feindes, wie man aus dem Prolog des Werks »Refutatio omnium haeresium« schliessen kann.[2]

Es wird immer denkwürdig bleiben, dass der, welcher den Begriff »ius ecclesiae« (iura ecclesiae) zuerst bezeugt, Tertullian, weit davon entfernt gewesen ist, mit diesem Begriff einen hierarchischen Sinn zu verbinden. Alle iura gebühren principiell der Gesammtkirche, den Laien ebenso wie dem Klerus.

---

[1] Schon in dem Apologeticus (c. 39) schildert Tertullian die christlichen Zusammenkünfte nicht nur als cultische und caritative Versammlungen, sondern auch als rechtsprechende: »Et iudicatur [scil. apud nos Christianos] magno cum pondere, ut apud certos de dei conspectu, summumque futuri iudicii praeiudicium est, si quis ita deliquerit, ut a communicatione orationis et conventus et omnis sancti commercii relegetur. praesident probati quidem seniores, etc.« Von Anfang an gab es in der christlichen Gemeinde »crimina« und zwar gravissima crimina, die aber nur sie als solche beurtheilte. Auch durften die Christen ihre privatrechtlichen Beziehungen unter einander nicht einfach nach dem gültigen Recht regeln. Von hier aus entwickelte sich sehr frühe eine genossenschaftliche christliche Rechtsbildung, die übrigens theilweise ihre Vorstufe und ihr Vorbild an der synagogalen hatte. Dass hier ein Conflict entstehen musste mit dem Herrnwort »Richtet nicht« und mit dem anderen »Vergebet«, ist offenbar. Dieser Conflict ist auch empfunden worden, aber immer nur, soviel ich sehe, von der geschädigten Partei.

[2] P. 4 (ed. Duncker): [τοῦ ἐν ἐκκλησίᾳ παραδοθέντος ἁγίου πνεύματος] τυχόντες πρότεροι οἱ ἀπόστολοι μετέδοσαν τοῖς ὀρθῶς πεπιστευκόσιν· ὧν ἡμεῖς διάδοχοι τυγχάνοντες τῆς τε αὐτῆς χάριτος μετέχοντες ἀρχιερατείας τε καὶ διδασκαλίας καὶ φρουροὶ τῆς ἐκκλησίας λελογισμένοι οὐκ ὀφθαλμῷ νυστάζομεν κτλ.

3.

Die Kirche — so empfand man es um den Anfang des 3. Jahrhunderts — besitzt »iura«; sie besitzt vor Allem das »ius delicta donandi«. Allein noch immer lässt sich nicht behaupten, dass sich der Gesammtbegriff »ius ecclesiasticum« bereits gebildet hätte. Auch bei den späteren abendländischen Schriftstellern des 3. Jahrhunderts habe ich ihn vergebens gesucht. Sie sprechen von der heiligen Schrift als »lex«, von der »lex evangelica«, der »salus legitima«, der »lex fidei et disciplinae«, der »poenitentia legitima«, der »consuetudo« (im Sinne des Gewohnheitsrechts), der »potestas«, aber niemals von einem »ius ecclesiasticum«.[1]

Noch weniger kann man den Begriff bei den Griechen erwarten: denn ihnen fehlt bekanntlich überhaupt ein Wort, welches dem lateinischen »ius« genau entspricht (Synonyma fehlen nicht, s. oben). Dagegen findet sich bei ihnen die erste Zusammenfassung der Sache oder doch eines Theiles derselben, und zwar in den Bestimmungen des Concils von Nicäa. Hier taucht für uns nach Vorbereitungen im 2. Jahrhundert der Begriff »ὁ κανὼν ἐκκλησιαστικός« (bez. nur ὁ κανών) auf, sofern derselbe ganz bestimmte positive und formulirte kirchliche Rechtsordnungen bezeichnete. Dass sie positiv und formulirt waren, geht daraus hervor, dass in can. 18 der Kanon und die kirchliche »Gewohnheit« nebeneinander gestellt sind. In nicht weniger als 10 von den 20 Nicänischen Gesetzen wird dieser »kirchliche Kanon« citirt. Es wird dabei vorausgesetzt, dass er allgemein bekannt und überall in den Kirchen in Ost und West rechtsgültig sei. Diese Voraussetzung vermögen wir heute aus den uns erhaltenen Quellen nicht mehr zu belegen; vielmehr kommt für uns dieser »κανὼν ἐκκλησιαστικός« wie aus der Pistole geschossen. Es ist Vermuthung, aber eine wohlbegründete, wenn wir annehmen, dass die grossen, sich über mehrere Provinzen erstreckenden Synoden (in der Frage der Gefallenen, in Sachen des Novatianismus, der Ketzertaufe und des Paul von Samosata), die zwischen den Jahren 251 und 268 gehalten worden sind und deren jede ihre Be-

---

[1] Auch bei Cyprian findet sich der Begriff »ius ecclesiasticum« nicht; wohl aber setzt er voraus, dass die Kirche »iura« besitzt. So schreibt er ep. 73, 25 (an Jubajan): »Quod si idcirco haereticus ius baptismi obtinere potuit, quia prior baptizavit, non possidentis erit iam baptisma sed occupantis. incipis tu illi haereticus videri qui praeventus posterior esse coepisti, qui cedendo ac manus dando ius quod acceperas reliquisti«, und ep. 69, 1 (an Magnus): »dicimus omnes omnino haereticos et schismaticos nihil habere potestatis ac iuris«. Die Ausübung der Taufe ist an der ersten Stelle indirect als ein »ius ecclesiae« bezeichnet, und an der zweiten Stelle ist generell der Besitz von »potestas ac ius« der Kirche vindicirt. Dass die Geistlichen als »iudices« fungiren, ist eine dem Cyprian geläufige Vorstellung.

schlüsse der Gesammtkirche mitgetheilt hat,[1] sich auch mit manchen kirchendisciplinären Angelegenheiten über ihren nächsten Zweck hinaus befasst und den Anstoss zur Bildung jenes »kirchlichen Kanons« gegeben haben (und damit zur Bildung eines universalen positiven Kirchenrechts überhaupt).[2] Es ist aber ferner auf die Beschlüsse der karthaginiensischen Synoden zur Zeit Cyprian's, auf die kanonischen Briefe des Dionysius Alexandrinus, Gregorius Thaumaturgus und Petrus Alexandrinus sowie auf die Beschlüsse der vornicänischen Synoden von Ancyra und Neu-Cäsarea zu verweisen — überall erkennt man, dass seit den grossen Verfolgungen unter Decius und Diocletian sich ein processuales Bussverfahren aus dem »ius ecclesiae delicta donandi« entwickelt hat und dass die Grundsätze dieses Verfahrens Gegenstand des Austausches zwischen den Kirchen geworden sind. Die Hypothese ist nicht nöthig, ja sie ist in sich unwahrscheinlich, dass die Bestimmungen, die man im Jahre 325 zum »kirchlichen Kanon«, d. h. zum Kirchenrecht rechnete, bereits damals zusammengestellt und einheitlich codificirt waren. Wären sie das gewesen, so müssten wir etwas darüber wissen. Es empfiehlt sich daher die Annahme, dass die Bestimmungen nur als einzelne den Kirchen bekannt gewesen sind.

Folgende 10 (9) Gesetze gehören nach dem Nicänum zu dem »kirchlichen Kanon«, der aber sicherlich umfassender gewesen ist: 1. dass die unfreiwillige Castration zu einem kirchlichen Amt nicht unfähig macht, s. can. 1; 2. dass der Taufe eine längere Prüfungs- und Unterrichtszeit vorangehen muss, s. can. 2; 3. dass Christen, die von Bischöfen aus der Gemeinde ausgeschlossen worden sind, nicht von anderen Bischöfen wieder aufgenommen werden dürfen, s. can. 5; 4. die Regeln über die Bischofswahl, can. 6; 5. dass Bischofswahlen, welche gegen diese Regeln verstossen, ungültig sind, s. can. 9; 6. dass Ungeprüfte und Gefallene nicht Priester werden können, s. can. 10; 7. dass in casu mortis den Büssenden die letzte Wegzehrung nicht zu verweigern ist[3], s. can. 13; 8. dass jeder Geistliche gehalten ist, in seiner Gemeinde zu bleiben und nicht in eine andere überzugehen, s. can. 15

[1] Daher sind die Beschlüsse der afrikanischen Synode in Sachen des Ketzertaufstreits und einige einschlagende Briefe Cyprian's sofort in's Griechische, ja auch in's Syrische übersetzt worden. Dass die Beschlüsse in Sachen des Novatian und des Paul von Samosata der ganzen Kirche mitgetheilt worden sind, ist uns überliefert.

[2] Die Bildung eines universalen kirchlichen positiven Rechts folgte somit der Bildung einer universalen und statutarischen Kirchenlehre auf dem Fusse; diese hat sich zwischen den Jahren 170 und 220 festgestellt.

[3] Diese Bestimmung wird als »ὁ παλαιὸς καὶ κανονικὸς νόμος« bezeichnet; wir kennen aber ihr Alter: sie ist im Jahre 251 aufgestellt worden. Hiernach scheint es, dass die anderen Bestimmungen sämmtlich später sind, denn sie werden nicht als »alt« bezeichnet.

und 16; 9. dass die Diakonen den Priestern nicht die Eucharistie reichen dürfen, s. can. 18.

Sechs von diesen neun Bestimmungen beziehen sich ausschliesslich auf den geistlichen Stand und nur drei auch mit auf die Laien; aber auch diese enthalten, genau besehen, Anordnungen, die die Kleriker allein angehen und bei denen die Laien rein passiv sind (Nr. 2, 3 und 7). Somit ist das »Kirchenrecht«, wie es hier unter dem Titel des »κανὼν ἐκκλησιαστικός« auftaucht, als ein rein klerikales zu bezeichnen. Wir müssen es beklagen, dass wir nicht mehr von ihm wissen. Was wir in den nicänischen Bestimmungen aus ihm erfahren, ist rein zufällig.[1]

4.

Wir kehren in das Abendland zurück und suchen wieder nicht nur nach dem Begriff, sondern nach dem terminus technicus »ius ecclesiasticum«.

Um das Jahr 375 sind von einem römischen Presbyter, den man in jüngster Zeit sicher bestimmen zu können geglaubt hat,[2] »Quaestiones Veteris et Novi Testamenti« sowie ein Commentar zu den Briefen des Paulus verfasst worden. Die »Quaestiones« gehen unter dem Namen Augustin's, der Commentar unter dem des Ambrosius. Beide Werke sind in ihrer Art vortrefflich und vielleicht das Hervorragendste, was die lateinische Kirche in der Zeit zwischen Cyprian und Hieronymus geleistet hat. In den »Quaestiones« nun findet sich der terminus technicus »ius ecclesiasticum« dreimal, und zwar zweimal in dem Stück, welches gegen Novatian gerichtet ist (Quaest. 102)[3], und einmal in der Quaestio 93, die die Frage behandelt, ob die Apostel zur Zeit des irdischen Lebens Jesu bereits den heiligen Geist besessen hätten.

An der ersten Stelle (Col. 469) heisst es: »Ambiguum non est, eis qui errore aut necessitate aliqua in deum peccant posse remitti, si congruam paenitentiam agant. hoc enim concessum est iuri ecclesiastico ab amatore [wahrscheinlich ist »salvatore« zu lesen], ut et paenitentiam det et post paenitentiam recipiat.«

---

[1] Aus den sogenannten »apostolischen Kanones« kann man hier kein Licht gewinnen, denn sie gehören einer späteren Zeit an, wenn sie auch manches sehr Alte enthalten.

[2] Hr. Morin (Rev. d'hist. et de litt. relig. IV, 1899, p. 97 ff.) meint, der convertirte Jude Isaak (Gennad., de vir. ill. 26) sei der Verfasser, und Hr. Zahn hat ihm beigestimmt.

[3] Vergl. meine Abhandlung, der pseudoaugustinische Tractat contra Novatianum, in der Festschrift für D. von Oettingen (München 1898) S. 54 ff., S. 73 f. — Die Quästionen stehen im 7. Bande der Opp. Augustini (Venetianischer Nachdruck der Mauriner Ausgabe, 1763, Col. 317—616), vergl. Migne, Lat. T. XXXV, p. 2213—2416.

Die zweite Stelle lautet (Col. 472): »Sic sunt et qui volunt Christiani fieri, accedunt ad antistitem, dicunt ei vota sua, ille facit verba iuris ecclesiastici. si vera vota sunt, suscipiuntur a iudice.«

An der dritten Stelle liest man (Col. 435): »Illud autem quod insufflasse in discipulos dominus legitur post dies paucos resurrectionis et dixisse: »Accipite spiritum sanctum«, ecclesiastica potestas collata intelligitur esse, quia enim omnia in traditione dominica per spiritum sanctum aguntur, idcirco cum regula eis et forma traditur huius disciplinae, dicitur eis: »Accipite spiritum sanctum«, et quia vere ad ius ecclesiasticum pertinet, statim subiecit dicens: »Cuius tenueritis peccata, tenebuntur, et cuius remiseritis, remittentur eis.« inspiratio ergo haec gratia quaedam est, quae per traditionem infunditur ordinatis, per quam commendatiores habeantur.«

In dem »Commentar« kommt der runde Begriff »ius ecclesiasticum« m. W. nicht vor, aber, wie in den Quästionen, finden sich auch dort die Begriffe »ius divinum et humanum« (zu Röm. 13, 1, I. Cor. 15, 34), »ius evangelicum« (zu I. Cor. 6, 4 und Quaest. 95 p. 439: »lex data est, qua et spiritus sanctus decidit in discipulos, ut auctoritatem caperent ac scirent evangelicum ius praedicare«), »regulae Christianae ius«, »evangelii iura«.[1]

Um das, was der Verfasser unter »ius ecclesiasticum« versteht, richtig zu bestimmen, sind die Stellen, in denen er »ius« in anderen Verbindungen braucht, werthvoll. Kennt er neben dem »ius ecclesiasticum« ein »ius divinum«, ein »ius evangelicum« (das ist der Inhalt des Evangeliums selbst als Vorschrift gedacht), ein »ius regulae Christianae« (das ist die Glaubenslehre als Gesetz gedacht) und überhaupt »evangelii iura«, so ist offenbar, dass »ius ecclesiasticum« ein ganz bestimmter Begriff für ihn gewesen sein muss. Welcher, darüber kann nach der zweiten und dritten Stelle kein Zweifel sein: das »ius ecclesiasticum« ist identisch mit der potestas ecclesiastica und bezeichnet die Löse- und Bindegewalt der Kirche. Spricht der Verfasser doch geradezu von »verba iuris ecclesiastici«; diese »verba« können nichts Anderes sein als die Absolutionsformel. Aber, wie die dritte Stelle beweist, eben die Macht, Sünden zu vergeben, »quae inspiratur et per traditionem infunditur ordinatis«, begründet nach dem Verfasser den geistlichen Stand (den Stand der »iudices«). Das »ius ecclesiasticum« ist also die Vollmacht der Sündenvergebung, durch die der Klerus geschaffen ist. Zu dieser Bedeutung fügt sich

[1] Siehe Langen, De Comment. in epp. Paulinas, qui Ambrosii, et Quaest. Bibl., quae Augustini nomine feruntur, scriptore commentatio (Bonn 1880) p. 27f. — Es ist bemerkenswerth, dass gerade in Rom der Begriff »ius« eine so mannigfaltige Anwendung im kirchlichen Sprachgebrauch gefunden hat.

auch die erste Stelle. Dass auch sie den Begriff im Zusammenhang mit der Sündenvergebung fasst, ist offenbar. Sie personificirt ihn aber gleichsam und setzt ihn an die Stelle des geistlichen Amts (»concessum est iuri ecclesiastico, ut paenitentiam det«). Das könnte sie nicht, wenn der Verfasser nicht der Meinung wäre, das »ius peccata donandi« constituire den Begriff des kirchlichen Amts.

Es ist lehrreich, hier auf Tertullian zurückzublicken. Schon er hat die »potestas delicta donandi« dem »ius ecclesiae« gleichgesetzt, und wenn wir vermutheten, dass nach ihm diese potestas das eigentliche Recht der Kirche sei, so bestätigt das unser Verfasser, der den festgeprägten Begriff ausschliesslich auf die Vollmacht, Sünden zu vergeben, bezieht. Aber während Tertullian den Begriff gegen Kallist von jeder klerikalen Beziehung freihält, weiss es unser Verfasser nicht anders, als dass das »ius ecclesiasticum« — erst er braucht diesen Titel — nicht nur dem Klerus gegeben ist, sondern diesen sogar begründet.

Augenscheinlich hat er den Begriff nicht erst geprägt; er braucht ihn vielmehr als einen geläufigen, und wir können daraus schliessen, dass zu seiner Zeit, d. h. um das Jahr 375, zu Rom der terminus technicus in dem angegebenen Sinne geläufig war. Ob er auch in einem weiteren Sinne angewendet wurde, darüber lässt sich auf Grund der Ausführungen des Verfassers nichts sagen.

5.

Unter den cyprianischen Schriften ist uns ein Tractat »De singularitate clericorum« überliefert. Er stammt so wenig von Cyprian wie von Origenes oder Augustin, denen er in den Handschriften auch beigelegt wird. Hrn. Morin[1] und Hrn. Achelis[2] gebührt das Verdienst, in jüngster Zeit die Aufmerksamkeit auf diese bisher ganz vernachlässigte Schrift gelenkt zu haben. Aber der Erstere hat sich ein noch höheres Verdienst erworben. Während die älteren Gelehrten in Bezug auf die Abfassungszeit und den Verfasser des Tractats ganz rathlos waren und zwischen dem 3. und 11. Jahrhundert schwankten, erklärte Hr. Morin auf drei Zeilen, derselbe gehöre dem 4. Jahrhundert an und sei von dem donatistischen Winkelbischof Macrobius in Rom verfasst. Hr. Morin hat diese Behauptung nur ausgesprochen, aber nicht bewiesen; sie ist richtig: der Tractat ist von dem genannten Kleriker, und zwar höchst wahrscheinlich in den Jahren 363—375 geschrieben.[3]

[1] Revue Bénédictine T. VIII (1891) p. 236f.

[2] »Virgines subintroductae. Ein Beitrag zu I. Cor. VII« S. 35ff.

[3] Ich werde dies in einer besonderen Untersuchung in den »Texten u. Unters. z. altchristl. Litteraturgesch.« Bd. IX nachweisen.

Die Schrift enthält eine scharfe Polemik gegen die Kleriker, welche mit Weibern (angeblich ohne sie zu berühren) in inniger Hausgemeinschaft lebten. Die Widerlegung musste gründlich sein; denn die Kleriker, welche der oft und namentlich auch vom Nicänum gerügten Unsitte huldigten, behaupteten ein gutes Gewissen zu haben und beriefen sich mit Geschick auf eine Reihe von Schriftstellen. Als letzten Trumpf spielten sie das Wort des Paulus aus (Röm. 14, 4): »Wer bist du, dass du einen fremden Knecht richtest?« Dieser Berufung gegenüber führt der Verfasser Folgendes aus (c. 36): »In novissimo cunctis argumentis exhaustis sententiam Pauli apostoli opitulari sibi opinantur et dicunt: »Tu qui es, ut de servo alieno iudices?« agnoscit equidem Paulus apostolus constitutionis suae verba prolata, sed constitutionarios et prolatores[1] ipsos ignorat. illis enim contulit defensionem qui nullam partem legis inpugnant, et ipsis tribuit patrocinium qui ex voto suo[2] aliquid faciunt nec quicquam ecclesiastici iuris inpediunt. ius tractat ... vivendi[3] et non edendi arbitrium uniuscuiusque confirmans. de similibus iussit neminem iudicari, quae voluntati singulorum auctoritas divina concedens in utraque parte faciendi et non faciendi clementer indulsit; illos autem ecclesiasticis tribunalibus subdidit quos transgressores ordinariae transgressionis nulla inpunitas excusavit.«

In diesem Gefüge stehen die Sätze »qui nullam partem legis inpugnant« und »nec quicquam ecclesiastici iuris inpediunt« parallel. Wie »lex« hier den ganzen Inhalt der Religion bedeutet (schwerlich denkt der Verfasser speciell an den heiligen Codex, der auch als »lex« bezeichnet wurde), so muss »ecclesiasticum ius« ebenfalls im weitesten Sinn gefasst werden. Das beweist auch der Ausdruck »ecclesiastica tribunalia«, der bald darauf folgt. Das »ecclesiasticum ius« enthält alle Gebote, deren Übertretung kirchliche Strafen nach sich zieht. Hier also begegnet der Begriff in einem weiten Umfang und ungefähr in dem Gebrauche, in welchem er uns geläufig ist.[4] Wiederum ist

[1] Die Worte »constitutionarius« und »prolator« habe ich sonst nirgends gefunden. Hat der Verfasser sie ad hoc gebildet oder gehören sie der Sprache des Processes an?

[2] Es handelt sich an der Stelle im Römerbrief um solche Christen, welche kein Fleisch, sondern nur Kraut essen wollten, und Paulus ordnete an, dass man sie nicht richten soll.

[3] »Ius« C, »us« in ras.; nach »tractat« sind einige Worte ausgefallen; die Bedeutung von »tractat« an dieser Stelle lässt sich um der Lücke willen nicht mehr ermitteln; »vivendi« kann nicht richtig sein (im Cod. C ist es aus »veniendi« corrigirt); Pamelius will edendi, was vorzüglich passt; s. das folgende »faciendi et non faciendi«.

[4] Derselbe Verfasser nennt übrigens auch ein Verbot des Apostels Paulus ein »edictum« (c. 28) und bewegt sich c. 20 in einer ganz juristischen Ausführung. »Decreta legalia« (c. 37) = Gebote der heiligen Schrift. Tertullian (s. o.) hatte höhnisch einen Erlass des Bischofs Kallist »edictum« genannt.

es eine römische Schrift, in der wir den Ausdruck finden. Andere Kirchen kennen den Begriff zu jener Zeit u. W. noch nicht.

Merkwürdig ist, dass der Verfasser, der auch sonst von »ius«, »iura« (c. 20) und von »divina iura« (c. 32) spricht, den Begriff »Naturrecht« vermeidet und dafür »naturae principium« sagt. Er schreibt (c. 25): »Haeretici nuptias auferunt et quos dominus iunxit contra naturae principium et contra evangelium separare contendunt«. In c. 32 schreibt er für Naturrecht einfach »natura«. Von »iudicia Christiana« im Sinne von »tribunalia ecclesiastica« spricht er c. 33 (er nennt hier die, welche sich selbst verstümmelt haben, »addicti quibuscumque iudiciis Christianis«).

6.

Staat und Kaiser waren im 4. und 5. Jahrhundert noch weit davon entfernt, überhaupt ein selbständiges »ius ecclesiasticum« anzuerkennen — im Theodosianus Codex fehlt m. W. der Begriff —, und auch in der Kirche dauerte es noch sehr lange, bis »ius ecclesiasticum« in dem umfassenden Sinn, in welchem es Macrobius gebraucht hat, ein fester technischer Begriff wurde. Die Päpste in der Zeit des Untergangs des weströmischen Reichs bieten ihn noch nicht; charakteristisch aber ist es, dass Leo I., wo er von der Löse- und Bindegewalt spricht[1], diese als »ius potestatis« bezeichnet. Die Wurzel des Begriffs tritt auch hier wieder hervor. Weiter gedenke ich die Untersuchung diesmal nicht zu führen; ihre Ergebnisse sind folgende:

1. Die Vorstellung, dass die Kirche »iura« bez. ein »ius« besitze, ist älter als der hierarchische Kirchenbegriff; sie ist u. W. zuerst von Tertullian auf verschiedene Functionen der Kirche, vor allem auf die potestas clavium angewendet worden. Sie ist der Kirche von Christus gegeben; andere Rechte folgen aus ihrem genossenschaftlichen Charakter.

2. Die specifische Vorstellung eines »ius ecclesiae« ist an der Schlüsselgewalt erwachsen, und die Ausbildung des Bussverfahrens, welches dem Processverfahren verwandt ist, hat naturgemäss diese Vorstellung zur Entwicklung gebracht und gekräftigt. (Seit der Mitte des 3. Jahrhunderts hat sich das processuale Bussverfahren kräftig entfaltet; die Priester erscheinen als »iudices«.) In Afrika sowohl wie in Rom ist die potestas ligandi et absolvendi das »ius der Kirche«.

3. Der Begriff »ius ecclesiasticum« taucht zuerst in zwei römischen Schriften auf, die um 375 bez. zwischen 363 und 375 entstanden sind. In der einen bedeutet der Ausdruck die Binde- und

[1] Sermo IV c. 3.

Lösegewalt in der Kirche (und die Priester werden förmlich »iudices« genannt); in der anderen, von Macrobius verfassten, steht er parallel zur »lex Christiana« und begreift alle christlich-kirchlichen Gebote, deren Übertretung kirchliche Strafen nach sich zieht, kommt also dem heutigen Begriff des Worts nahe.

4. Obgleich die Verfasser jener beiden Schriften den Ausdruck »ius ecclesiasticum« sowohl in seiner engeren als in der weiteren Bedeutung als einen geläufigen voraussetzen, hat er sich doch weder im 4. noch im 5. Jahrhundert als ein anerkannter durchgesetzt. Der Staat hat noch keine Notiz von ihm genommen. Deshalb muss die hier gezeichnete Geschichte des Begriffs als das embryonale Stadium seiner Entwicklung angesehen werden.

Ausgegeben am 5. März.

1903.
XII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

26. Februar. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Waldeyer.

*1. Hr. Engler las »über die Vegetationsformationen Ostafrikas auf Grund einer Reise durch Usambara zum Kilimandscharo und über die landwirthschaftlich-biologische Station in Amani«.

Es werden die wichtigeren Vegetationsformationen von Ostafrika besprochen, zunächst kurz die des Küstenlandes, dann ausführlicher die des Inlandes, insbesondere die sehr mannigfaltigen der Steppe und diejenigen des Regenwaldes. In letzterem liegt bei 915^{m} ü. M. die neuerdings vom Gouvernement von Deutsch-Ostafrika gegründete Station Amani; sie umfasst etwa 250^{ha} fruchtbaren Waldlandes zwischen 500 und 1100^{m} ü. M. und bietet so nicht bloss Gelegenheit zu Kulturversuchen mit tropischen Nutzpflanzen aller Art, sondern wird, mit den wichtigsten wissenschaftlichen Hülfsmitteln, auch mit einem kleinen chemischen Laboratorium ausgestattet, ein Stützpunkt für botanische Forschungen verschiedener Art, desgleichen für zoologische, werden können. Die botanische Centralstelle am botanischen Garten in Berlin versorgt die Station fortdauernd mit Pflanzenmaterial und erledigt auch die Bestimmungen der um Amani vorkommenden Pflanzen.

2. Derselbe legte vor eine Mittheilung des Hrn. Prof. Dr. J. Reinke in Kiel: Die Entwickelungsgeschichte der Dünen an der Westküste von Schleswig. (Ersch. später.)

Die Untersuchung der Dünen am Strande von Röm, Amrum, Eiderstedt und Sylt ergab, dass auf Sylt nur alte Dünen existiren, weil hier nur ein schmaler Sandstrand vorliegt, dass dagegen auf den andern Inseln ein 1^{km} breiter Streifen nassen und salzreichen, aber nur ausnahmsweise unter Wasser gesetzten Sandes das Material für neue Dünen liefert, wo sich das halophile *Triticum junceum* auf dem nassen Sand eingefunden hat. Der vom Wind herangewehte und von den Rhizomen des *Triticum* durchwucherte Sand bildet so zunächst bis 3^{m} hohe *Triticum*-Dünen. Nach Auslaugung des Salzes aus den oberen Schichten entwickelt sich die nicht halophile *Psamma arenaria* und gewährt die Unterlage für das weitere Wachsthum der Dünen bis zu 30^{m} Höhe. Aus ihnen gehen dann theils Wanderdünen, theils Haidedünen hervor.

3. Hr. Müller-Breslau legte vor eine Mittheilung von Prof. Dr. F. Kötter, Berlin, über: »Die Bestimmung des Drucks an ge-

krümmten Gleitflächen, eine Aufgabe aus der Lehre vom Erddruck«.

Es wird ein neuer Beweis für den vom Verfasser gefundenen Satz gegeben, dass sich der Druck auf eine Gleitfläche bestimmen lässt, sobald nur die Gestalt der Fläche als bekannt vorausgesetzt wird.

4. Hr. Vogel legte eine Mittheilung des Hrn. Prof. Hartmann in Potsdam vor »Über einen neuen Zusammenhang zwischen Bogen- und Funkenspectren«.

Der Verfasser hat gefunden, dass das Spectrum des zwischen Metallelektroden brennenden elektrischen Bogens sich um so mehr dem Funkenspectrum nähert, je mehr man den elektrischen Strom abschwächt. Es folgt hieraus, dass das Auftreten des Funkenspectrums nicht als ein Beweis für eine sehr hohe Temperatur der leuchtenden Gase angesehen werden darf, ein Resultat, welches für die Astrophysik von Bedeutung ist.

5. Hr. Kohlrausch legte eine Mittheilung der HH. Prof. L. Holborn und Prof. L. Austin in Charlottenburg vor: »Die Zerstäubung elektrisch geglühter Platinmetalle in verschiedenen Gasen«.

Die Zerstäubung elektrisch geglühter Streifen aus Platin, Rhodium, Iridium und Palladium wurde in Luft, Stickstoff, Sauerstoff und Wasserstoff bei verschiedenen Drucken untersucht. Die Erscheinung wird bei den ersten drei Metallen durch die Anwesenheit von Sauerstoff bedingt, während Palladium in allen Gasen merklich gleich stark sublimirt.

Die Bestimmung des Drucks an gekrümmten Gleitflächen, eine Aufgabe aus der Lehre vom Erddruck.

Von Prof. Dr. Fritz Kötter
in Berlin.

(Vorgelegt von Hrn. Müller-Breslau.)

Coulomb's Betrachtungen über die Bestimmungen des Seitendrucks der Erde, welche noch heute den theoretischen Untersuchungen auf dem einschlägigen Gebiete als Ausgangspunkt dienen, beruhen im Wesentlichen auf zwei Grundlagen, von denen die eine — physikalischer Natur — Coulomb's Anschauung über das Wesen der Druckkräfte im Innern sandförmiger Massen zum Ausdruck bringt, während die andere — geometrischer Natur — eine vereinfachende Annahme ist, vermittels deren die erstere scheinbar erst brauchbar wird für eine durchzuführende Bestimmung des Seitendrucks der Erde.

Dass aber thatsächlich die Annahme ebener Gleitflächen für die Bestimmung des Seitendrucks der Erde insofern nicht unbedingt erforderlich ist, als sich auch für beliebig vorausgesetzte krumme Gleitflächen die Druckvertheilung genau bestimmen lässt, habe ich an anderer Stelle hervorgehoben. Die Schwerfälligkeit der damals gegebenen Ableitung war für mich Veranlassung zu wiederholter Beschäftigung mit dem fraglichen Gegenstande, welche mich auf eine Entwickelung führte, die vor der älteren, wie mir scheint, den Vorzug grösserer Einfachheit und Übersichtlichkeit besitzt, und deshalb im Folgenden mitgetheilt werden soll.

Es sollen im Folgenden mit γ und ρ das specifische Gewicht und der Böschungs- oder Reibungswinkel des Sandes bezeichnet werden; zur Bestimmung eines Punktes in der zur Längsrichtung senkrechten Ebene E soll uns ein Coordinatensystem dienen, dessen Anfangspunkt O im Innern des Erdreichs liegt, dessen x-Axe wagerecht auf die Mauer zu gerichtet ist und dessen y-Axe lothrecht nach unten geht. Ein vom Punkte P mit den Coordinaten x, y ausgehendes Linienelement dy in Richtung der y-Axe möge nun von der Seite der kleineren x einen auf die Längeneinheit berechneten Druck erfahren, dessen Componenten

in Richtung der x- und y-Axe σ_x bez. τ heissen mögen; dann erfährt das von P ausgehende wagerechte Linienelement dx von Seite der kleineren y in Richtung der x-Axe ebenfalls die Druckcomponente τ, während die nach unten gerichtete Componente σ_y heissen soll. Es gelten zunächst die beiden Gleichungen:

$$\text{Ia.} \qquad \frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau}{\partial y} = 0$$

$$\text{Ib.} \qquad \frac{\partial \tau}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_y}{\partial y} = \gamma,$$

und zwar unabhängig von der besonderen physikalischen Beschaffenheit des Sandes.

Ein beliebiges von P ausgehendes Linienelement ds, welches mit der Richtung der x-Axe den Winkel ϕ, mit der Richtung der y-Axe den Winkel $\frac{\pi}{2} - \phi$ einschliesst, möge von der unteren Seite her einen Druck erfahren, dessen auf die Längeneinheit berechnete Grösse gleich p sein soll, während seine Richtung mit dem nach oben gerichteten Theil der Normale von ds den Winkel u, mit ds selbst den Winkel $\frac{\pi}{2} + u$ einschliessen soll. Betrachtet man nun ein Elementar-Dreieck, welches entsteht, indem man durch den Anfangspunkt P von ds eine Parallele zur x-Axe, durch den Endpunkt aber eine Parallele zur y-Axe sich gezogen denkt, so erhält man, da die vom Eigengewicht des Sandes herrührenden Glieder unendlich klein von zweiter Ordnung sind, die beiden Gleichungen

$$p \cos(u + 1R - \phi)\, ds = \sigma_x dy - \tau dx,$$
$$p \sin(u + 1R - \phi)\, ds = \sigma_y dx - \tau dy,$$

oder

$$\text{IIa.} \qquad p \sin(\phi - u) = \sigma_x \sin\phi - \tau \cos\phi,$$
$$\text{IIb.} \qquad p \cos(\phi - u) = \sigma_y \cos\phi - \tau \sin\phi,$$

aus denen unmittelbar folgt

$$\text{IIIa.} \quad p = \sigma_x \sin\phi \sin(\phi - u) - \tau \sin(2\phi - u) + \sigma_y \cos\phi \cos(\phi - u),$$
$$\text{IIIb.} \quad O = \sigma_x \sin\phi \cos(\phi - u) - \tau \cos(2\phi - u) - \sigma_y \cos\phi \sin(\phi - u).$$

Insofern nun die drei Grössen σ_x, τ, σ_y bestimmte Functionen von x und y sind, werden durch die beiden Gleichungen für jedes Linienelement der Druck p und die Druckneigung u als Functionen der drei Grössen x, y und ϕ bestimmt. Die Ableitungen von u nach den drei Grössen x, y, ϕ erhalten wir, indem wir auf Gleichung IIIb die bekannten Gesetze des partiellen Differenzirens anwenden, wobei

wir noch sofort bemerken, dass die partielle Ableitung von IIIb nach u offenbar gleich $+p$ ist. Demnach gelten für die Ableitungen von u die drei Gleichungen

$$\text{IVa.}\quad O = \frac{\partial\sigma_x}{\partial x}\sin\phi\cos(\phi-u) - \frac{\partial\tau}{\partial x}\cos(2\phi-u) - \frac{\partial\sigma_y}{\partial x}\cos\phi\sin(\phi-u) + p\frac{\partial u}{\partial x},$$

$$\text{IVb.}\quad O = \frac{\partial\sigma_x}{\partial y}\sin\phi\cos(\phi-u) - \frac{\partial\tau}{\partial y}\cos(2\phi-u) - \frac{\partial\sigma_y}{\partial y}\cos\phi\sin(\phi-u) + p\frac{\partial u}{\partial y},$$

$$\text{IVc.}\quad O = \sigma_x\cos(2\phi-u) + 2\tau\sin(2\phi-u) - \sigma_y\cos(2\phi-u) + p\frac{\partial u}{\partial\phi}.$$

Die vorstehend mit römischen Ziffern bezeichneten Formeln gelten für alle Linienelemente; wollen wir zu den Elementen der Gleitfläche übergehen, so müssen wir dem Neigungswinkel u seinen grössten Werth ρ beilegen und gleichzeitig die drei Ableitungen von u nach x, y und ϕ gleich Null setzen. Diese speciellen Formeln wollen wir durch arabische Ziffern kennzeichnen. Wir erhalten zunächst aus IVa—IVc die Formeln

$$1.\quad O = \frac{\partial\sigma_x}{\partial x}\sin\phi\cos(\phi-\rho) - \frac{\partial\tau}{\partial x}\cos(2\phi-\rho) - \frac{\partial\sigma_y}{\partial x}\cos\phi\sin(\phi-\rho),$$

$$2.\quad O = \frac{\partial\sigma_x}{\partial y}\sin\phi\cos(\phi-\rho) - \frac{\partial\tau}{\partial y}\cos(2\phi-\rho) - \frac{\partial\sigma_y}{\partial y}\cos\phi\sin(\phi-\rho),$$

$$3.\quad O = \sigma_x\cos(2\phi-\rho) + 2\tau\sin(2\phi-\rho) - \sigma_y\cos(2\phi-\rho).$$

Die Formel III*a* für p lässt zunächst noch eine leicht vorzunehmende Umformung zu, welche liefert

$$\text{Va.}\quad p = \frac{1}{2}(\sigma_x+\sigma_y)\cos u - \frac{1}{2}\left\{\sigma_x\cos(2\phi-u) + 2\tau\sin(2\phi-u) - \sigma_y\cos(2\phi-u)\right\}.$$

Setzen wir hierin $u=\rho$, so erhalten wir mit Rücksicht auf Gleichung 3

$$4.\quad p = \frac{1}{2}(\sigma_x+\sigma_y)\cos\rho.$$

Endlich erhalten wir aus III*b* zunächst

$$\text{Vb.}\quad O = \frac{1}{2}\left\{(\sigma_x\sin(2\phi-u) - 2\tau\cos(2\phi-u) - \sigma_y\cos(2\phi-u)\right\} + \frac{1}{2}(\sigma_x+\sigma_y)\sin u$$

oder, wenn wir unter Benutzung von 4 auch hier zur Gleitfläche übergehen,

$$5.\quad p\,\mathrm{tang}\,\rho = -\frac{1}{2}\left\{(\sigma_x\sin(2\phi-\rho) - 2\tau\cos(2\phi-\rho) - \sigma_y\cos(2\phi-\rho)\right\}.$$

Die unter 1—5 aufgeführten Gleichungen dürfen, da sie nicht mehr für jedes Linienelement gelten, auch nicht mehr partiell nach

x, y und ϕ differenzirt werden, wohl aber dürfen sie, da sie für alle Linienelemente der Gleitfläche gelten, nach der Bogenlänge s der letzteren differenzirt werden und zwar nach der Formel

$$\frac{dU}{ds} = \frac{\partial U}{\partial x}\frac{dx}{ds} + \frac{\partial U}{\partial y}\frac{dy}{ds} + \frac{\partial U}{\partial \phi}\frac{d\phi}{ds} = \frac{\partial U}{\partial x}\cos\phi + \frac{\partial U}{\partial y}\sin\phi + \frac{\partial U}{\partial \phi}\frac{d\phi}{ds}.$$

So erhalten wir aus 4 die Formel

$$(6.)\quad \frac{dp}{ds} = \frac{1}{2}\left(\frac{\partial\sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial\sigma_y}{\partial x}\right)\cos\phi\cos\rho + \frac{1}{2}\left(\frac{\partial\sigma_x}{\partial y} + \frac{\partial\sigma_y}{\partial y}\right)\sin\phi\cos\rho$$

und aus 3

$$\begin{aligned} 0 = &\left(\frac{\partial\sigma_x}{\partial x} - \frac{\partial\sigma_y}{\partial x}\right)\cos\phi\cos(2\phi-\rho) + 2\frac{\partial\tau}{\partial x}\cos\phi\sin(2\phi-\rho) \\ &+ \left(\frac{\partial\sigma_x}{\partial y} - \frac{\partial\sigma_y}{\partial y}\right)\sin\phi\sin(2\phi-\rho) + 2\frac{\partial\tau}{\partial y}\sin\phi\cos(2\phi-\rho) \\ &- 2\left\{\sigma_x\sin(2\phi-\rho) - 2\tau\cos(2\phi-\rho) - \sigma_y\cos(2\phi-\rho)\right\}\frac{d\phi}{ds}, \end{aligned}$$

was mit Rücksicht auf 5 die Formel

$$\begin{aligned} (7.)\quad & 4p\,\mathrm{tang}\,\rho\,\frac{d\phi}{ds} = \\ & -\left(\frac{\partial\sigma_x}{\partial x} - \frac{\partial\sigma_y}{\partial x}\right)\cos\phi\cos(2\phi-\rho) - 2\frac{\partial\tau}{\partial x}\cos\phi\sin(2\phi-\rho) \\ & -\left(\frac{\partial\sigma_x}{\partial y} - \frac{\partial\sigma_y}{\partial y}\right)\sin\phi\cos(2\phi-\rho) - 2\frac{\partial\tau}{\partial y}\sin\phi\sin(2\phi-\rho) \end{aligned}$$

ergiebt.

Aus 6 und 7 ergiebt sich dann weiter

$$\begin{aligned} (8.)\quad & \frac{dp}{ds} - 2p\,\mathrm{tang}\,\rho\,\frac{d\phi}{ds} = \\ & \frac{\partial\sigma_x}{\partial x}\cos^2\phi\cos(\phi-\rho) + \frac{\partial\sigma_y}{\partial x}\cos\phi\sin\phi\sin(\phi-\rho) + \frac{\partial\tau}{\partial x}\cos\phi\sin(2\phi-\rho) \\ & \frac{\partial\sigma_x}{\partial y}\sin\phi\cos\phi\cos(\phi-\rho) + \frac{\partial\sigma_y}{\partial y}\sin^2\phi\sin(\phi-\rho) + \frac{\partial\tau}{\partial y}\sin\phi\sin(2\phi-\rho). \end{aligned}$$

Indem wir hierin für $\frac{\partial\sigma_y}{\partial x}\cos\phi\sin(\phi-\rho)$ und für $\frac{\partial\sigma_x}{\partial y}\sin\phi\cos(\phi-\rho)$ die beiden Werthe setzen, welche sich aus 1 und 2 ergeben, nämlich:

$$\frac{\partial\sigma_y}{\partial x}\cos\phi\sin(\phi-\rho) = \frac{\partial\sigma_x}{\partial x}\sin\phi\cos(\phi-\rho) - \frac{\partial\tau}{\partial x}\cos(2\phi-\rho)$$

und

$$\frac{\partial\sigma_x}{\partial y}\sin\phi\cos(\phi-\rho) = \frac{\partial\sigma_y}{\partial y}\cos\phi\sin(\phi-\rho) + \frac{\partial\tau}{\partial y}\cos(2\phi-\rho),$$

so erhalten wir die Gleichung

$$\frac{dp}{ds} - 2p \operatorname{tang} \rho \frac{d\phi}{ds} =$$

$$\frac{\partial \sigma_x}{\partial x} \cos(\phi - \rho)(\cos^2 \phi + \sin^2 \phi) + \frac{\partial \tau}{\partial x} \left(\sin(2\phi - \rho)\cos\phi - \cos(2\phi - \rho)\sin\phi\right)$$

$$\frac{\partial \sigma_y}{\partial y} \sin(\phi - \rho)(\cos^2 \phi + \sin^2 \phi) + \frac{\partial \tau}{\partial x} \left(\cos(2\phi - \rho)\cos\phi + \sin\phi \sin(2\phi - \rho)\right),$$

oder wenn wir die Glieder mit Hülfe bekannter trigonometrischer Beziehungen vereinfachen,

$$\frac{dp}{ds} - 2p \operatorname{tang} \rho \frac{d\phi}{ds} = \left(\frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau}{\partial y}\right) \cos(\phi - \rho) + \left(\frac{\partial \tau}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_y}{\partial y}\right) \sin(\phi - \rho).$$

Benutzen wir nun noch die Gleichungen Ia und Ib, so erhalten wir schliesslich folgende Differentialgleichung zur Bestimmung des Drucks an der Gleitfläche:

$$(9.) \qquad \frac{dp}{ds} - 2p \operatorname{tang} \rho \frac{d\phi}{ds} = \gamma \sin(\phi - \rho),$$

deren Lösung sich unmittelbar hinschreiben lässt.

$$(10.) \qquad p = \gamma e^{+2\phi \operatorname{tang} \rho} \int e^{-2\phi \operatorname{tang} \rho} \sin(\phi - \rho)\, ds.$$

Die erforderliche Quadratur gestaltet sich besonders einfach, wenn die Bogenlänge, wie z. B. bei der Cykloide und ähnlichen Curven, durch ein einzelnes Glied von der Form

$$A \sin(\mathfrak{A}\phi + \alpha)$$

oder ein lineares Aggregat von solchen Gliedern darstellt. Jedem solchen Gliede entspricht dann ein Bestandtheil von der Form

$$a_1 \sin(\phi - \rho) \cos(\mathfrak{A}\phi + \alpha) + a_2 \cos(\phi - \rho) \cos(\mathfrak{A}\phi + \alpha)$$
$$+ b_1 \sin(\phi - \rho) \sin(\mathfrak{A}\phi + \alpha) + b_2 \cos(\phi - \rho) \sin(\mathfrak{A}\phi + \alpha),$$

dessen Coefficienten sich leicht bestimmen lassen. Zu diesen Gliedern kommt noch das mit einem willkürlichen Factor behaftete Glied

$$A e^{2\phi \operatorname{tang} \rho}.$$

Ist aber erst der Druck an der Gleitfläche bekannt, so lässt sich der Druck der Erde gegen die Stützmauer nach Grösse, Richtung und Angriffspunkt bestimmen.

Über einen neuen Zusammenhang zwischen Bogen- und Funkenspectren.

Von J. Hartmann
in Potsdam.

(Vorgelegt von Hrn. Vogel.)

Vor Kurzem habe ich gemeinschaftlich mit Hrn. Dr. Eberhard[1] darauf hingewiesen, dass bei verschiedenen Metallen das Spectrum des unter Wasser brennenden Bogens die sonst nur im Funkenspectrum beobachteten Linien zeigt, eine Erscheinung, die an dem in einer Wasserstoffatmosphäre brennenden Bogen auch schon von anderen Beobachtern bemerkt worden war. Es ist mir nunmehr gelungen, den Weg zu finden, auf welchem auch in atmosphärischer Luft, also ohne irgend eine Änderung des Dielektrikums, das Bogenspectrum in das Funkenspectrum übergeführt werden kann, und ich will im Folgenden über diese Versuche, welche einen neuen Einblick in die bei den elektrischen Entladungen sich abspielenden Vorgänge gewähren, kurz berichten.

Meine Versuche bezogen sich zunächst auf das für die Astrophysik sehr wichtige Spectrum des Magnesiums. Schon im Jahre 1888 hatten Liveing und Dewar[2] darauf hingewiesen, dass die sonst nur im Funkenspectrum beobachtete Linie λ 4481 auch im Spectrum des Bogens auftritt, wenn man diesen direct zwischen zwei Magnesiumstäben brennen lässt und nicht, wie sonst üblich, zwischen Kohlenelektroden, auf welche das Metall aufgebracht wird. Ich hatte das Spectrum des zwischen Metallelektroden brennenden Bogens mehrmals aufgenommen und war erstaunt, dass ich hierbei von der Linie λ 4481 immer nur ganz schwache Spuren erhielt, während dieselbe doch in den von Crew im Jahre 1895 publicirten Spectrogrammen[3], die unter Anwendung des »rotirenden Bo-

[1] J. Hartmann und G. Eberhard, Über das Auftreten von Funkenlinien in Bogenspectren. Sitzungsber. d. Königl. Preuss. Akad. d. Wiss. 1903, S. 40.

[2] G. D. Liveing and J. Dewar, Investigations on the Spectrum of Magnesium. Proc. R. Soc. London. 44, p. 241, 1888.

[3] Henry Crew, Normal Spectrum of the Magnesium Arc. Evanston 1895.

gens«[1] erhalten wurden, eine der stärksten Linien und mindestens zehnmal so intensiv wie die benachbarte »Bogenlinie« λ 4352 ist. Auch Basquin[2] gelangte zu dem Schlusse, dass die Linie λ 4481 wohl im rotirenden, aber nicht in dem zwischen ruhenden Metallelektroden brennenden Bogen in Luft auftrete.

Bei der von Crew angewandten Methode des rotirenden Bogens treten zahlreiche Stromunterbrechungen ein, und man könnte, da bei Benutzung des directen Maschinenstromes der Stromkreis Drahtspulen enthielt, vermuthen, dass die mit Funkenbildung verbundenen Extraströme das dem Funkenspectrum ähnliche Spectrum erzeugt haben könnten. Um diese Möglichkeit auszuschliessen, habe ich stets den Strom einer Accumulatorenbatterie von 60 Zellen benutzt und, abgesehen von wenigen Windungen einer Widerstandsspirale, die keinerlei Inductionswirkung befürchten lassen, alle Drahtwickelungen im Stromkreise vermieden. Die im Folgenden beschriebenen Beobachtungen wurden durch Aufnahmen mit dem Sternspectrographen Nr. I des Astrophysikalischen Observatoriums ausgeführt.

Um zunächst zu ermitteln, ob die Linie λ 4481 etwa nur im Momente des Anzündens oder Erlöschens des Bogens auftritt, oder ob sie nur an bestimmten Stellen des Bogens erscheint, wurde eine Aufnahme des Spectrums des ruhig brennenden Metallbogens unter Ausschluss jener beiden Momente ausgeführt, während die Bilder der Elektroden auf den Spalt projicirt waren: die Stromstärke betrug bei 120 Volt Spannung etwa 6 Ampère. Diese Aufnahme zeigte nun zunächst, dass die Linie λ 4481 thatsächlich im Spectrum des ruhig brennenden Metallbogens vorhanden ist, dass sie jedoch, analog wie bei der Funkenentladung, hauptsächlich an den Elektroden auftritt, während sie in der Mitte des etwa 8^{mm} langen Bogens kaum zu sehen ist. Jedoch auch dicht an den Elektroden war die Intensität der Linie nicht gross, jedenfalls erheblich geringer als die der Linie λ 4352. Bezeichnet man mit J die Intensität der Funkenlinie λ 4481, wenn die Intensität der Bogenlinie λ 4352 in derselben Spectralaufnahme als Einheit angenommen wird, so fasst sich das Resultat der eben besprochenen Aufnahme folgendermaassen zusammen:

im Metallbogen in Luft 8^{mm} lang, 120 Volt, 6 Amp.
an den Elektroden $J = 0.1$
in der Mitte des Bogens $J = 0.01$.

---

[1] Henry Crew and Robert Tatnall, On a New Method for Mapping the Spectra of Metals. Phil. Mag. V. 38, p. 379, 1894.

[2] O. H. Basquin, The Spectrum of Hydrogen given by the Metallic Arc of Tin, Copper, Silver, etc. Astrophys. Journ. 14, p. 13, 1901.

Dieser Versuch konnte demnach die grosse Intensität ($J = 10$) der Linie in Crew's Aufnahme noch nicht erklären, denn auch wenn man nur das Licht aus der unmittelbaren Nähe der Elektroden benutzen wollte, so würde die Linie λ 4481 immer noch erheblich schwächer erscheinen als die Bogenlinie λ 4352.

Da ich vermuthete, dass die Stromstärke von Einfluss auf die Intensität der einzelnen Linien sein könnte, begann ich sodann Versuche mit verschiedenen Stromstärken bei der constanten Spannung von 120 Volt. Um eine hinreichende Abschwächung des Stromes ohne Einschaltung von Drahtwindungen zu erzielen, habe ich als Widerstand Glühlampen benutzt.

Da durch den oben beschriebenen Versuch das Vorkommen der Linie im ruhig brennenden Metallbogen nachgewiesen war, so habe ich weiterhin den Bogen nicht mehr auf den Spalt projicirt und auch die Momente des Entzündens und Erlöschens nicht mehr von der Aufnahme ausgeschlossen; es bedeutet dann J die Intensität der Linie in dem gesammten vom Bogen ausgestrahlten Lichte. Diese Versuche haben nun das ganz überraschende Resultat ergeben, dass die Linie λ 4481 um so kräftiger auftritt, je geringer die Stromstärke ist. Wiederholte Aufnahmen ergaben nämlich folgendes Resultat:

Metallbogen in Luft, 120 Volt,	8 Amp.	$J = 0.03$
	6 »	0.05
	3 »	0.5
	0.8 »	3
	0.4 »	10

Diese Zahlen zeigen deutlich, wie mit abnehmender Stromstärke die relative Intensität der Funkenlinie gegenüber der Bogenlinie fortwährend zunimmt, und zwar so regelmässig, dass es z. B. leicht ist, diejenige Stromstärke anzugeben, bei welcher beide Linien genau gleich stark erscheinen; dies würde etwa bei 2 Amp. eintreten.

Es dürfte nach dem Ergebniss dieser Versuche schwer sein, die Behauptung aufrecht zu erhalten, dass die Linie λ 4481 ein Zeichen von sehr hoher Temperatur der Metalldämpfe sei, denn sicher ist die Wärmeentwickelung in dem bei derselben Spannung mit 0.4 Amp. brennenden Bogen nicht grösser als bei 8 Amp.. Während bei letzterer Stromstärke so starke Erhitzung der Elektroden stattfand, dass dieselben leicht schmolzen, und so starke Verdampfung des Metalls, dass man die Pole auf mehr als 10^{mm} von einander entfernen konnte, blieben die Elektroden bei 0.4 Amp. völlig kalt und der Bogen konnte höchstens $0^{mm}.5$ lang gemacht werden; auch so brannte er kaum eine Secunde lang und musste daher sehr häufig wieder neu entzündet werden.

Man könnte nun vielleicht behaupten, dass ganz dicht an den Elektroden die Temperatur der Dämpfe eine so viel höhere sei, als an anderen Stellen des Bogens, dass gerade in Folge der durch die geringe Stromstärke bedingten kleinen Poldistanz die durchschnittliche Temperatur des ganzen Bogens im letzteren Falle höher gewesen sei, als wenn der Bogen bei grösserer Stromstärke über eine grössere Entfernung hin brennt und sich in seiner Mitte vielleicht mehr abkühlen kann. Allein, wäre diese Annahme richtig, so müsste sich in der zuerst besprochenen Versuchsanordnung bei Projection des Bogens dicht an den Polen die Intensität der Linie λ 4481 entsprechend gross ergeben haben, nämlich weit grösser als die Intensität der Bogenlinie λ 4352. Dies war jedoch nicht im Entferntesten der Fall, da sich dort auch nur $J = 0.1$ ergab. Es bleibt daher nichts Anderes übrig, als anzunehmen, dass in dem kleinen Bogen trotz seiner entweder niedrigeren oder doch wenigstens nicht höheren Temperatur die Verhältnisse für die Entstehung derjenigen Molecularschwingungen, denen die Linie λ 4481 entspricht, viel günstiger lagen als in dem grösseren Bogen.

Worin diese »Verhältnisse« bestehen, das lässt sich zur Zeit noch nicht mit Bestimmtheit sagen, doch könnte man in folgenden zwei Umständen eine Erklärung der beobachteten Erscheinung zu finden hoffen. Wie schon erwähnt, erlosch der »kleine« Bogen sehr häufig und musste während der Belichtung, die bei der geringen Helligkeit des Lichtpünktchens etwa eine halbe Stunde dauerte, viele hundert Mal neu angezündet werden, so dass auf das jedesmalige Anzünden nur eine relativ sehr kurze Zeit ruhigen Brennens folgte. Nimmt man nun an, dass im Moment des Anzündens oder des Erlöschens ein anderes Spectrum, mit starkem Überwiegen der Linie λ 4481, aufträte, so würden die beobachteten Intensitätsänderungen eine naturgemässe Erklärung finden. Ob diese Erklärung richtig ist, würde sich durch Serienaufnahmen des Bogens mit rotirendem Spiegel oder auf bewegten Films, wie dieselben in letzter Zeit z. B. in sehr vollkommener Weise von Crew und Baker[1] ausgeführt worden sind, ermitteln lassen. Sollte sie sich als richtig erweisen, so ist zu beachten, dass dieser Öffnungsfunke durchaus nicht mit dem sonst beobachteten Inductionsfunken verwechselt werden darf, da er nach den von mir beschriebenen Vorsichtsmaassregeln keine gesteigerte Spannung und Temperatur besitzen kann. Man würde vielmehr nur den Schluss ziehen können, dass im Momente des ersten Übergehens der Elektri-

[1] Henry Crew and John Baker, On the Thermal Development of the Spark Spectrum of Carbon. Astrophys. Journ. 16, p. 61, 1902.

cität von einer Elektrode zur anderen Metalltheilchen losgerissen werden, welche — auch bei niedriger Temperatur — die der Linie λ 4481 entsprechenden Schwingungen ausführen.

Der zweite Umstand, den man zur Erklärung der von mir beobachteten Erscheinungen heranziehen könnte, würde die Linie λ 4481 nicht als eine Linie »hoher Temperatur« sondern geradezu als eine Linie »niedriger Temperatur« erscheinen lassen — wenn eine derartige Bezeichnung überhaupt zulässig wäre. Nach einer Beobachtung von Schenck[1], die ich auch selbst bestätigen konnte, nimmt im Funkenspectrum die Intensität der Linie λ 4481 ab, wenn sich die Elektroden zum Schmelzen erhitzen, so dass durch die lebhafte Verdampfung des Metalls der Widerstand auf der Funkenstrecke vermindert wird. Ferner fand ich bei einem anderen Versuche, dass die Intensität dieser Linie abnimmt, wenn man durch Evacuirung den Widerstand im Dielektrikum herabsetzt. Überträgt man dies auf das Bogenspectrum, so ergibt sich eine recht gute Erklärung der hier in Rede stehenden Erscheinungen. Nach den Untersuchungen von Schenck darf man annehmen, dass die Linie λ 4481 durch die Schwingungen elektrisch stark geladener Theilchen entsteht, und sie kann also nicht oder nur abgeschwächt auftreten, wenn man eine derartige Ladung auf irgend eine Weise verhindert. Sobald nun bei grösserer Stromstärke sich die Elektroden erhitzen, findet eine lebhafte Verdampfung des Metalls statt, die Leitung im Bogen wird besser, und die einzelnen Theilchen nehmen nur noch geringe Ladungen an, so dass die der Linie λ 4481 entsprechenden Schwingungen mit wachsender Stromstärke immer schwächer werden müssen.

Wie ich schon bemerkte, schmelzen die Magnesiumelektroden bei Anwendung auch nur mässiger Stromstärken sehr bald und setzen hierdurch einer weiteren Erhitzung und Verdampfung sofort eine Grenze. Man ist daher bei Benutzung von Metallelektroden durch den rein äusserlichen Vorgang des Schmelzens schon gezwungen, die Elektroden auf irgend eine Weise kühl zu erhalten, sei es durch künstliche Kühlung, durch Anwendung sehr geringer Stromstärke, durch häufiges Unterbrechen des Stromes oder durch fortwährendes Einführen von neuen, kalten Stellen des Metalls in den Bogen. Letzteres Verfahren wandte Crew in seinem rotirenden Bogen an, und in Folge hiervon erhielt er, wie oben erwähnt wurde, die Linie λ 4481 so kräftig. In dem kleinen Bogen bei 0.4 Amp. Stromstärke war die Verdampfung ebenfalls nur sehr gering und die Linie trat folglich

---

[1] Charles C. Schenck. Some Properties of the Electric Spark and its Spectrum. Astrophys. Journ. 14, p. 116. 1901.

kräftig auf, während sie mit zunehmender Verdampfung der Elektroden schwächer und schwächer wurde.

Auch das Fehlen dieser Linie im Kohlenbogen erklärt sich auf diesem Wege sehr einfach. Bringt man nämlich Magnesium in den zwischen Kohlenstäben brennenden Bogen, so ist der stärkeren Erhitzung und Verdampfung des Metalls die erwähnte Grenze nicht mehr gesetzt, und der Bogen wird, wie schon aus seiner grossen Länge zu entnehmen ist, sehr gut leitend, wodurch nach dem Gesagten das Verschwinden der Funkenlinie bedingt ist.

In völliger Übereinstimmung mit der hier entwickelten Ansicht stehen auch die sinnreichen Versuche von Basquin[1], der zwischen denselben Elektroden gleichzeitig Bogen und Funken übergehen liess. War in den Stromkreis der Funkenentladung noch eine zweite Funkenstrecke eingeschaltet, so erschienen in dem brennenden Bogen gleichzeitig die Bogen- und die Funkenlinien. Wurde jedoch die zweite Funkenstrecke kurz geschlossen, so verschwanden im Bogen die Funkenlinien vollständig, obwohl die Funkenentladungen nach wie vor durch den Bogen gingen. Wurde nunmehr der Bogenstrom unterbrochen, so dauerte es etwa noch eine Secunde, bis die Funken in der gewöhnlichen, geräuschvollen Weise überzugehen anfingen, womit dann auch erst das Funkenspectrum erschien. Durch dieses Experiment wurde erstens bewiesen, dass in demjenigen Zustande der Dämpfe, wie er im elektrischen Bogen herrscht, auch diejenigen Molecularschwingungen möglich sind, welchen die Funkenlinien entsprechen; und zweitens, dass diese Dämpfe — selbst noch bis eine Secunde nach dem Erlöschen des Bogens — so gut leiten, dass ein hochgespannter Strom ohne Funkenbildung, also ohne Erzeugung der Funkenlinien, zwischen den Elektroden übergehen kann.

Auch auf die Versuche, die ich gemeinschaftlich mit Hrn. Dr. Eberhard[2] unter Benutzung von Zinkelektroden ausgeführt habe, möchte ich an dieser Stelle zurück kommen. Es gelang uns zunächst, zu zeigen, dass, analog dem von Schenck beobachteten Vorgange, bei künstlicher Erhitzung und Verdampfung der Zinkelektrode sich das Funkenspectrum dieses Metalls dem Bogenspectrum näherte. Nicht gelang uns dagegen damals der umgekehrte Versuch, nämlich durch Abkühlung der Elektroden mit flüssiger Luft das Bogenspectrum in das Funkenspectrum überzuführen. Dieses Misslingen dürfte sich jedoch sehr einfach so erklären, dass an den Spitzen der stark abgekühlten Elektroden immer noch eine sehr hohe Temperatur herrschte; dass dies der Fall war.

---

[1] A. a. O. p. 15.
[2] A. a. O. S. 41.

konnte man schon daraus entnehmen, dass sich der Bogen, ohne zu erlöschen, auf mehrere Millimeter Länge ausdehnen liess. Möglicherweise würde eine photographische Aufnahme, die wegen der Schwierigkeit des Versuches jedoch unterblieb, eine geringe Veränderung in der relativen Intensität der Funken- und Bogenlinien gezeigt haben. Es gelang uns dagegen, die beiden Funkenlinien λ 4912, 4925, von denen wir im Bogen zwischen Zinkelektroden bei etwa 6 Amp. kaum eine Spur fanden, bei Verminderung der Stromstärke auf 0.5 Amp. und Anwendung sehr grosser, die Wärme gut ableitender Elektroden sehr deutlich zu erhalten.

Eine weitere Bestätigung meiner am Magnesium ausgeführten Beobachtung habe ich im Spectrum des Wismuth erhalten. Die im Funken sehr kräftige Linie λ 4260, welche im Kohlenbogen gar nicht auftritt, erscheint im Bogen zwischen Metallelektroden bei 6 Amp. nur noch wenig schwächer als die benachbarte Bogenlinie λ 4254; bei 0.3 Amp. erscheint sie dagegen noch sehr deutlich, während die Bogenlinie völlig verschwunden ist.

Mit Bleielektroden gelang es mir, schon bei 6 Amp. die beiden Haupt-Funkenlinien λ 4245, 4387 im Bogenspectrum zu erhalten, während sie im Kohlenbogen gar nicht auftreten. Um nochmals zu prüfen, ob thatsächlich die geringe Dampfmenge zwischen den Elektroden der hinreichende Grund für das Erscheinen der Funkenlinien im Bogen ist, habe ich den Versuch mit diesem Metall noch so ausgeführt, dass die eine Elektrode aus geschmolzenem und bis zum lebhaften Glühen und Verdampfen erhitztem Blei bestand; liess man nunmehr denselben Strom von 6 Amp. zwischen dieser verdampfenden Metallmasse und einer kalten Bleielektrode übergehen, so erschien im Bogenspectrum keine Spur der beiden Funkenlinien mehr. Auch diese Beobachtung liefert somit einen Beweis für die Richtigkeit der oben ausgesprochenen Ansicht.

Da man geneigt sein könnte, anzunehmen, dass zur Hervorbringung der den Funkenlinien entsprechenden Schwingungen eine hohe Voltzahl, die ja bei den gebräuchlichen Funkenentladungen stets vorhanden ist, nothwendig sei, so habe ich noch den Versuch gemacht, bei constanter Stromstärke nur durch Verminderung der Spannung ebenfalls die unter gewöhnlichen Verhältnissen im Bogenspectrum fehlenden Funkenlinien hervorzubringen. Auch dieser Versuch ist in der vollkommensten Weise gelungen. Ich habe hierzu wieder Magnesiumelektroden verwendet und benutzte den von zehn Accumulatorenzellen gelieferten Strom von 20 Volt Spannung und 4 Amp. Stromstärke. Die Wärmeentwickelung war hierbei so gering, dass ein merkliches Verdampfen des Metalls nicht mehr stattfand, die Bildung

eines eigentlichen Lichtbogens also ausgeschlossen war. Der sehr kleine, sicher kaum $0^{mm}.1$ lange Öffnungsbogen, welcher jedesmal erschien, wenn man die in metallischer Berührung befindlichen Elektroden von einander trennte, zeigte, obwohl er doch sicher keine höhere Temperatur hatte als der bei gleicher Stromstärke mit sechsmal grösserer Voltzahl übergehende Bogen, trotzdem die Linie λ 4481 ganz erheblich stärker als jener grössere Bogen. Meine Aufnahme ergab nämlich

bei 20 Volt, 4 Amp. $J = 10$,

während aus den oben gegebenen Zahlen folgt

bei 120 Volt, 4 Amp. $J = 0.3$.

Obgleich in diesem Falle der Energieverbrauch auf den sechsten Theil reducirt wurde, ist trotzdem die relative Intensität der Funkenlinie etwa auf das Dreissigfache gesteigert.

Alle hier von mir beschriebenen Beobachtungen, sowie auch die Resultate zahlreicher anderer Beobachter, von denen ich oben nur einige erwähnt habe, weisen darauf hin, dass die Funkenlinien nicht einer thermischen Strahlung, sondern vielmehr einer Elektroluminescenz entsprechen. Dieser Gedanke ist nicht neu, er wurde vielmehr schon im Jahre 1888 von Liveing und Dewar, als sie das Auftreten der Linie λ 4481 im Bogenspectrum entdeckt hatten, in folgender sehr präcisen Form ausgesprochen[1]: »Diese Beobachtungen machen es zweifelhaft, ob die seitherige Ansicht richtig ist, dass die Temperatur der Funkenentladung viel höher sei als die des Bogens.... Wärme ist jedoch nicht die einzige Form von Energie, welche die Schwingungen erregen kann, und es ist wahrscheinlich, dass sowohl die Energie der elektrischen Entladung als auch die chemischer Vorgänge direct die betreffenden Massentheilchen in Schwingungen versetzen kann, welche stärker als die durch die Temperatur allein veranlassten sind.«

Dieser klar ausgesprochene Gedanke ist damals leider zu wenig beachtet worden, und man hat vielmehr noch viele Jahre später auf die gänzlich unbewiesene und durch obige Bemerkung von Liveing und Dewar angezweifelte Annahme, dass das Spectrum eines glühenden Gases nur eine Function der einen Variablen »Temperatur« sei, Hypothesen gegründet, welche aus dem Auftreten einzelner Linien einen directen Schluss auf die Temperatur des leuchtenden Gases ermöglichen sollten. Dieses wäre speciell für die astrophysikalische Forschung nicht ohne Bedeutung gewesen, obwohl für die Temperaturbestimmung der

[1] A. a. O. 44, p. 241, 1888.

Gestirne andere, einwandfreie Methoden existiren. Allein wie ich gezeigt habe, ist eine solche Schlussfolgerung, wenigstens soweit die Magnesiumlinien λ 4481 und λ 4352 in Frage kommen, nicht erlaubt, da es bis jetzt noch gänzlich an einem Beweise dafür fehlt, dass die Linie λ 4481 stets einer höheren Temperatur entspricht, als die Linie λ 4352. Aus den oben von mir beschriebenen Versuchen könnte man eher geneigt sein, auf das Gegentheil zu schliessen, jedoch auch eine solche Schlussfolgerung ist nicht zulässig, da, wie alle bisherigen Beobachtungen bestätigen, die Entstehung der Funkenlinien wahrscheinlich überhaupt nicht mit der Temperatur zusammenhängt. Ich halte es zwar nicht für ausgeschlossen, dass diejenigen Molecularschwingungen, welche zum Auftreten der Funkenlinien Anlass geben, und deren Erregung uns bisher einzig und allein durch Anwendung elektrischer Entladungen möglich ist, auch ausschliesslich durch Energiezufuhr in Form von Wärme eintreten können, allein für die Richtigkeit einer derartigen Annahme konnte bis jetzt noch kein Beweis im Laboratorium erbracht werden.

Nach dem Gesagten dürfte es schwer sein, die von Scheiner[1] im Jahre 1894 aufgestellte Hypothese noch weiterhin aufrecht zu erhalten. Da in den Spectren zahlreicher zum ersten Vogel'schen Typus gehöriger Sterne die Linie λ 4481 sehr kräftig auftritt, während die Linie λ 4352 gar nicht oder nur schwächer vorhanden ist, zog Scheiner den Schluss, dass auf diesen Sternen die Temperatur der absorbirenden Schicht annähernd gleich der Temperatur des elektrischen Funkens sei, wogegen die Temperatur der Sterne vom zweiten und dritten Typus in deren Spectrum die Linie λ 4352 kräftiger auftritt, sich mehr derjenigen des Bogens nähern sollte. Diese Schlüsse haben durch den oben gebrachten Nachweis, dass das mit J bezeichnete Intensitätsverhältniss der beiden Linien durchaus nicht mit steigender Temperatur zunimmt, ja wahrscheinlich gar nicht direct mit der Temperatur zusammenhängt, ihre Grundlage und somit auch ihre Beweiskraft verloren.

Aber noch ein weiterer Umstand ist zu beachten. Wie durch die Beobachtungen von Crew[2], Basquin[3] und Porter[4], sowie durch

[1] J. Scheiner, Die Temperatur an der Oberfläche der Fixsterne und der Sonne, verglichen mit derjenigen irdischer Wärmequellen. Sitzungsber. d. Königl. Preuss. Akad. d. Wiss. 1894, S. 257.

[2] Henry Crew, On the Arc-Spectra of some Metals, as Influenced by an Atmosphere of Hydrogen. Astrophys. Journ., 12, p. 167, 1900.

[3] A. a. O. p. 1.

[4] R. A. Porter, The Influence of Atmospheres of Nitrogen and Hydrogen on the Arc Spectra of Iron, Zinc, Magnesium, and Tin Compared with the Influence of an Atmosphere of Ammonia. Astrophys. Journ., 15, p. 274, 1902.

die erwähnte Untersuchung von Eberhard und mir nachgewiesen wurde, ist das Dielektrikum von grossem Einfluss auf das Spectrum der elektrischen Entladungen. Da sich nun alle Sterne des ersten Spectraltypus durch starkes Überwiegen des Wasserstoffs in ihren Atmosphären auszeichnen, so dürfen auch nur Beobachtungen, die in einer Wasserstoffatmosphäre ausgeführt sind, zur Deutung der Spectra jener Sterne herangezogen werden. Schon aus den Berichten der genannten Beobachter war es bekannt, dass die Wasserstoffatmosphäre das Erscheinen der Linie λ 4481 so begünstigt, dass dieselbe auch im Bogen sehr kräftig auftritt, und ich vermuthete daher, dass die oben von mir besprochenen Experimente in einer Wasserstoffatmosphäre noch grössere Werthe von J liefern würden. Diese Erwartung hat sich auf das Vollkommenste bestätigt, indem eine Aufnahme des Bogens, den ich in einer Wasserstoffatmosphäre mit 120 Volt und 0.3 Amp. brannte, keine Spur der Bogenlinien, dagegen die Linie λ 4481 als völlig scharfe und als stärkste Linie des ganzen Spectrums zeigt; ausser dieser Linie enthält das Spectrum nur noch die drei Linien λ 3830, 3832, 3838 und sehr schwach die b-Gruppe. Hiernach kann das kräftige Auftreten der Linie λ 4481 und das Fehlen der Bogenlinien des Magnesiums in den Sternspectren vom ersten Typus nicht mehr auffällig erscheinen. Wichtiger dürfte es sein, dem Auftreten der beiden eben genannten Magnesiumtriplets einige Aufmerksamkeit zu schenken. In dem von mir untersuchten Bereiche des Spectrums sind dies die beständigsten Linien, die bei jeder Art des Leuchtens, auch schon im Spectrum des brennenden Magnesiums, auftreten, und man darf wohl annehmen, dass die entsprechenden Molecularbewegungen auf rein thermischem Wege entstehen. Trotzdem kommen diese Linien, wie schon Keeler[1] von der b-Gruppe bemerkte, in manchen Sternspectren, welche die Linie λ 4481 kräftig enthalten, nicht vor.

Die zuletzt besprochene Spectralaufnahme zeigt noch eine weitere eigenthümliche Erscheinung, welche ich nicht unerwähnt lassen möchte. Während nämlich vom ganzen Magnesiumspectrum allein jene beiden Triplets und die Linie λ 4481 übrig geblieben sind, erscheinen in der Aufnahme noch, von Verunreinigung des Metalls herrührend, die drei Calciumlinien λ 3934, 3969, 4227 sowie die Bleilinie λ 4058, alles Linien, welche gleich den Triplets leicht umkehrbar sind und schon bei niederen Temperaturen auftreten. Ebenso wie die von Schuster und Hemsalech zuerst angewandte Methode der oscillirenden

[1] E. Keeler, The Magnesium Spectrum as an Index to the Temperature of the Stars. Astronomy and Astrophys., 13, p. 660, 1894.

Entladungen, welche einen allmählichen Übergang vom Funkenspectrum zum Bogenspectrum ermöglicht, dürfte auch das hier beschriebene Verfahren des »kleinen Bogens«, welches den umgekehrten Übergang vom Bogen- zum Funkenspectrum darstellt, geeignet sein, die Auffindung zusammengehöriger Gruppen von Spectrallinien und hiermit das Studium der Leuchtvorgänge zu erleichtern.

Die Zerstäubung elektrisch geglühter Platinmetalle in verschiedenen Gasen.

Von Prof. L. Holborn und Prof. L. Austin
in Charlottenburg.

(Mittheilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt. Vorgelegt von Hrn. Kohlrausch.)

Wir haben die Versuche über das Zerstäuben von Platinmetallen durch elektrisches Glühen[1] jetzt ausser in der Luft auch in anderen Gasen ausgeführt.

Es hat sich dabei ergeben, dass die Zerstäubung bei Platin, Rhodium und Iridium nur bei Gegenwart von Sauerstoff auftritt, während sie bei Palladium von der Natur des umgebenden Gases nicht abhängig erscheint, dagegen stark von dessen Druck beeinflusst wird. Es handelt sich also wahrscheinlich bei der Gruppe der drei ersten Metalle um einen chemischen Vorgang, bei Palladium aber um eine Sublimation.

Die schmalen 75^{mm} langen Blechstreifen waren vertical zwischen 6^{mm} dicken Kupferdrähten in einen Glaskolben von 12^{cm} Durchmesser mit nach unten gerichteter Mündung ausgespannt. Die Verbindungen des Raumes mit den Gasleitungen, mit einem Trockengefäss und der Stromzuführung hatten Quecksilberdichtungen.

Mit dem optischen Pyrometer[2] wurde zunächst die elektrische Heizung eines 5^{mm} breiten Platinstreifens auf die gewünschte Temperatur gebracht. Auf diesen wurde dann der schmale Metallstreifen im Glaskolben projicirt und seine Helligkeit bis zum Verschwinden auf dem Platinstreifen regulirt. Die Glühzustände sind wie früher auf die Scala der schwarzen Temperatur S bezogen.

Die Zerstäubung ist in der mittelsten, heissen Zone stärker als nach den Enden hin. Wir haben deshalb in den Fällen, wo die Zer-

---

[1] L. Holborn und F. Henning, Sitzungsber. der Königl. Preuss. Akad. der Wiss. 1902, S. 936.

[2] L. Holborn und F. Kurlbaum, Sitzungsber. der Königl. Preuss. Akad. der Wiss. 1901, S. 712.

stäubung bedeutend war und deswegen den Querschnitt ungleichmässig machte, die Temperatur herabgesetzt, um eine gleichmässige Helligkeit länger zu erhalten und die einzelnen Beobachtungen vergleichbar zu machen. Auch mussten wir zuweilen die gewöhnlich auf 30 Minuten bemessene Dauer des Glühens beschränken, weil sonst der Kolben zu sehr durch das zerstäubte Metall beschlug.

Zuerst wurde bei Atmosphärendruck geglüht, wobei die Luft durch die offene obere und untere Öffnung des Kolbens durchziehen konnte. Dann wurde in Luft von etwa 25mm Quecksilberdruck geglüht, ferner nach einander in einem langsamen Strom käuflichen Sauerstoffs und Stickstoffs, zum Schluss in reinem Wasserstoff von verschiedenem Druck.

	Temperatur S	Gas	Druck mm Hg	Zeit Min.	Verlust in 30 Min. mg
Platin	1500°	Luft	760	30	0.68
1.0 mm breit	»	»	25	»	0.32
0.1 mm dick	»	O	760	»	3.41
	»	N	»	»	0.05
	»	H	25	15	0.03
	»	»	0.2	»	0.00
	1150	Luft	760	30	0.03
	1050	»	»	»	0.01
	»	O	»	»	0.04
Rhodium	1500	Luft	760	30	0.29
0.8 mm breit	»	»	25	»	0.14
0.3 mm dick	»	O	760	»	1.60
	»	N	»	»	0.05
Iridium I	1500	Luft	760	15	12.57
0.7 mm breit	»	»	25	30	1.61
0.35 mm dick	»	O	760	10	134.49
	»	N	»	30	0.46
Iridium II	1500	H	0.3	15	0.04
0.8 mm breit	1150	Luft	760	10	0.78
0.1 mm dick					
90 Pt, 10 Ir	1500	Luft	760	30	1.47
0.5 mm breit	»	O	»	»	3.72
0.2 mm dick	»	N	»	»	0.16
Palladium	1350	Luft	760	30	1.00
1.0 mm breit	»	»	25	10	7.29
0.1 mm dick	»	O	760	30	0.74
	»	N	»	»	1.12
	1300	Luft	25	10	1.09
	»	H	30	15	1.06
	»	»	0.2	»	10.85
	1250	Luft	760	30	0.06
	1150	»	»	»	0.01

Die Wägung war auf $0^{mg}.01$ sicher. Die Gewichtsverluste (letzte Spalte der Tabelle) stellen meistens Mittelwerthe aus mehreren Versuchen dar. Die Zahlen sind für eine Glühdauer von 30 Minuten berechnet; die wirkliche Glühzeit ist in der vorletzten Spalte angegeben.

Platin und Rhodium verhalten sich insofern gleich, als die Zerstäubung bei Atmosphärendruck in Sauerstoff fünfmal grösser ist als in Luft, in verdünnter Luft auf die Hälfte abnimmt und in Stickstoff sehr gering wird. Der hier bleibende Rest wird wohl der Beimischung von 1.7 Procent Sauerstoff im käuflichen Gase zuzuschreiben sein. Nach den früheren Versuchen zerstäuben Platin und Rhodium in der Luft etwa gleich stark. Der Unterschied der in der Tabelle angegebenen Gewichtsverluste rührt daher, dass der nicht gleichmässig herstellbare Rhodiumstreifen nur auf einer kleinen Stelle die höchste Temperatur besass.

Iridium, bei dem die Zerstäubung in der Atmosphäre zehnmal stärker erfolgt als bei Platin und Rhodium, zeigt dem Sinne nach dieselben Änderungen, nur sind die Unterschiede noch grösser: in verdünnter Luft zerstäubt dieses Metall achtmal weniger und in Sauerstoff elfmal mehr als in der Atmosphäre. Platiniridium schliesst sich mehr dem Platin an.

Palladium verhält sich ganz anders. Die Zerstäubung nimmt mit abnehmendem Druck zu; aber ein Wechsel des umgebenden Gases (Luft, Sauerstoff, Stickstoff, Wasserstoff) übt keinen nachweisbaren Einfluss aus. Ersteres stimmt mit Beobachtungen Stewart's[1] in Luft überein, während dieser für Wasserstoff und Stickstoff wesentlich Anderes angiebt, z.B. dass das Zerstäuben von Palladium hier viel weniger betrage als in Luft.

Im Wasserstoff von Atmosphärendruck ist es uns nicht gelungen, den Palladiumstreifen dauernd auf der Temperatur zu halten, wo eine merkliche Zerstäubung in Luft beginnt. Das Metall schmolz meistens schon vorher durch und zeigte nachher in Folge der Wasserstoff-Absorption eine Gewichtszunahme, die eine etwa vorhandene Zerstäubung vollständig verdecken musste.

Wir fanden jedoch im Wasserstoff von 3^{cm} Druck bei 1300° etwa dieselbe Zerstäubung wie in Luft von demselben Drucke. Die Zerstäubung nahm stark zu, als wir darauf den Druck des Wasserstoffs auf wenige Zehntel Millimeter reducirten. Das zerstäubte Metall überzog in diesen Fällen die Kupferzuleitungen im weissen, glänzenden Zustande, während wir bei Anwesenheit von Sauerstoff immer schwarze Niederschläge erhalten hatten.

---

[1] W. Stewart, Wied. Ann. 66, 88, 1898.

Versuche, bei denen Platin und Iridium in dem hohen Wasserstoff-Vacuum geglüht wurden, ergaben keine Zerstäubung dieser Metalle.

Bei Platin und Palladium liegen noch Beobachtungen bei tieferer Temperatur vor, wo die Zerstäubung merklich zu werden beginnt. Bei Iridium lag diese Anfangstemperatur am tiefsten, aber es wurden hier nur unregelmässige Zahlen erhalten, da das Metall oxydirte.

Die Ergebnisse unserer Untersuchung geben Mittel an die Hand, die für die elektrische Heizung benutzten Stromleiter aus Platinmetallen länger zu erhalten. Die in Luft geheizten Platinspulen erleiden eine starke Abnutzung durch die Zerstäubung, selbst wenn man sich dem Schmelzpunkt des Metalls nicht allzu sehr nähert. Noch mehr trifft dies für Iridium zu, das sonst wegen seines hohen Schmelzpunktes für die Erzeugung hoher Temperaturen besonders geeignet wäre.

Der hydraulische oder sogenannte Estrichgips.

Von J. H. VAN'T HOFF und G. JUST.

(Vorgetragen am 8. Januar [s. oben S. 13].)

Zur Vervollständigung der Untersuchungen über Gips und Anhydrit[1] haben wir noch ein verwandtes Produkt berücksichtigt, das man gewöhnlich mit dem Namen hydraulischer oder Estrichgips bezeichnet. Man erhält dasselbe durch Brennen des natürlichen Gipses $CaSO_4 . 2H_2O$. Während bei dessen Verarbeitung auf Stuckgips $(CaSO_4)_2 . H_2O$, dem sogenannten Gipskochen, die Temperatur von 120—130° nicht überschritten wird, werden beim Estrichbrennen höhere Temperaturen angewandt. Dementsprechend ist das Produkt wasserfrei, doch haben wir es nicht mit sogenanntem totgebrannten Gips zu tun, da die Fähigkeit zum Binden von Wasser noch nicht verloren gegangen ist. Dennoch ist die Dauer des Abbindens eine weit größere als beim Stuckgips; dieser erhärtet ja bekanntlich in etwa einer Viertelstunde, indes ein Festwerden des Estrichs erst nach einigen Tagen erfolgt und bis zur vollständigen Aufnahme der theoretisch erforderlichen Wassermenge Wochen vergehen.

I. Zusammensetzung und Struktur des Estrichgipses.

Einige Andeutungen in der Literatur legten die Vermutung nahe, daß man es in diesem Estrichgips mit einem basischen Sulfat zu tun habe.[2] Deshalb wurde zunächst ein Handelsestrichgips analysiert; es ergab sich:

38.6 Prozent CaO, 54.3 Prozent SO_3 und fremde Bestandteile.[3]

---

[1] Diese Sitzungsberichte 1900, 559; 1901, 570 und 1140.

[2] ZULKOWSKY (Thonwaarenindustrie-Zeitung 1899, 2 (23) S. 1250) teilt mit, daß sich Gips im PERROTschen Ofen verhältnismäßig leicht unter Bildung von Kalk und Abgabe von schwefliger Säure und Sauerstoff verwandeln läßt. RAOULT legte 1881 (Compt. rend. 92, 1110, 1457) der französischen Akademie Abgüsse vor, die aus basischem Calciumkarbonat angefertigt waren; diese waren den Gipsabgüssen ähnlich, jedoch bedeutend härter.

[3] Etwas Schwefelcalcium ist meistens vorhanden, daneben in Kali unlösliche Rückstände.

Daraus berechnet sich das Verhältnis $CaO : SO_3$ in Molekülen zu 1.01 : 1. Das Produkt ist also Calciumsulfatanhydrit ohne wesentlichen Kalküberschuß. Noch auf anderem Wege konnten wir das Vorhandensein von nur geringen Kalkmengen nachweisen: $1^{gr}134$ Substanz wurden mit 75^{ccm} 0.425 normaler Kalilauge $3\frac{1}{2}$ Stunden lang gekocht, dann 125^{ccm} Salzsäure von gleicher Normalität zugesetzt, wobei alles bis auf kleine Verunreinigungen in Lösung ging. Zum Zurücktitrieren

Fig. 1.



Estrichgips.

waren jetzt von der Kalilauge $47^{ccm}8$ notwendig, was also auf einen freien Kalkgehalt hinweist, der $125 - (75 + 47.8) = 2^{ccm}2$ entspricht, im Gewicht $0^{gr}026$ oder etwa 2 Prozent vom Ganzen.

Nach dieser Feststellung der Zusammensetzung blieb nur die Frage zu beantworten, wie sich der Estrichgips zu den beiden bekannten Modifikationen des Calciumsulfatanhydrits, dem natürlichen und dem löslichen Anhydrit[1], verhält. Dieselben unterscheiden sich dadurch von

[1] Diese Sitzungsberichte 1901, 1140.

einander, daß der erstere praktisch überhaupt nicht, d. i. nur äußerst langsam, Wasser zu binden imstande ist und sich also wie totgebrannter Gips verhält, während bei letzterem die Wasseraufnahme noch schneller als bei Stuckgips vor sich geht.

Eine erste Andeutung gab uns die mikroskopische Untersuchung. Der Estrichgips besteht, wie Fig. 1 zeigt, zu einem großen Teil aus

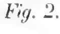


Fig. 2.

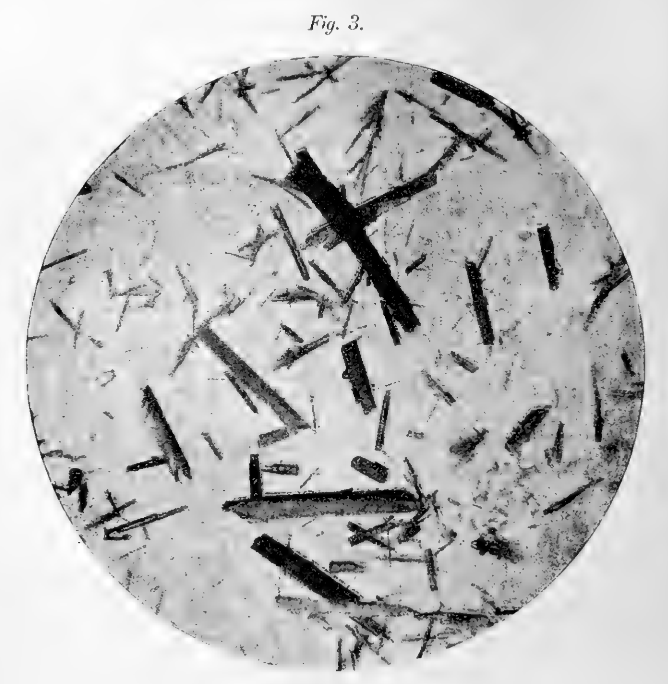


Halbhydrat.

deutlich erkennbaren Nadeln; diese haben die Form des krystallinischen sogenannten Halbhydrats $(CaSO_4)_2H_2O$, wie Fig. 2 an einem mit Salpetersäure dargestellten Präparat zu erkennen gibt. Da Estrichgips kein Wasser enthält, sind die Nadeln offenbar Pseudomorphosen nach Halbhydrat, wie sie auch Fig. 3 darstellt an einem Präparat, das durch Erhitzen des in Fig. 2 abgebildeten Produkts erhalten wurde. Es sei hinzugefügt, daß der Stuckgips, wiewohl wesentlich aus Halbhydrat bestehend, bei weitem nicht die krystallinische Ausbildung des Estrichgipses zeigt.

Angesichts dieser auffallenden krystallinischen Beschaffenheit haben wir bei der Untersuchung nicht nur den Einfluß der Brenntemperatur, sondern auch den möglichen Einfluß dieses Faktors verfolgt.

Fig. 3.



Pseudomorphosen nach Halbhydrat.

II. Einfluß der Brenntemperatur auf die Abhärtung des Estrichgipses.

Zur Beurteilung der Abhärtungsfähigkeit empfiehlt sich zwar in erster Linie das Verfolgen des Vorganges selber, wie dieser in der Praxis sich vollzieht, und wir haben auch nicht versäumt, denselben in kleinem Maßstabe zu verfolgen. jedoch stellt sich dabei alsbald das Bedürfnis nach einem Verfahren ein, das diese Abhärtung schärfer quantitativ zu verfolgen erlaubt, und als solches haben wir die Volumänderung beim Abhärten und die Wägung der aufgenommenen Wassermenge angewendet.

1. Volumänderung beim Abhärten. Als die Brauchbarkeit des Volumverfahrens in erster Linie beim Stuckgips erprobt wurde, zeigte sich eine große Unregelmäßigkeit, die beim Estrichgips ausblieb. Wir könnten deshalb diese Vorversuche unerwähnt lassen, wenn nicht darin die Erklärung der bekannten Tatsache lag, daß die Gipsabhärtung, trotzdem sie von Kontraktion begleitet ist, dennoch zum Zerbrechen der Gefäße, in denen sie stattfindet, führen kann.

Der Apparat bestand aus einem kleinen Kolben mit engem Hals: die gewogene Gipsprobe wird hineingebracht. danach eine geschlossene Kapillare angeschmolzen, welche kurz oberhalb des Kolbens einen seitlichen Ansatz mit Hahn trägt. Hier wird der Apparat mit der Luftpumpe verbunden und nach dem Evakuieren in einen mit Gipswasser gefüllten Thermostaten bei 25° gestellt. Durch Öffnen des Hahnes läßt man Gipswasser einströmen, welches statt gewöhnlichen Wassers genommen wird, um die Volumänderung, welche das Sichlösen des Gipses begleitet, zu umgehen. Nach Schließen des Hahnes und Abbrechen der oberen Spitze der Kapillare kann die Ablesung des Niveaus in letzterem an einer Millimeterskala bereits eine Minute nach Einströmen des Gipswassers erfolgen.

Die folgende Tabelle enthält das Ergebnis einer derartigen Beobachtung:

Zeit in Min.	Niveau in Mm.	Zeit in Min.	Niveau in Mm.
2	540	38	374
5	522	41	375
8	486	44	376
11	448	47	377
14	408	50	378
17	385	53	380
20	374	56	381
23	371	59	383
26	370	62	387
29	370	65	388
32	371	166	413
35	372	870	438

Insgesamt findet also eine Kontraktion statt, wie es auch die Molekularvolumina bei 25° verlangen.

	Mol. Gew.	Sp. Gew.	Mol. Vol.
$CaSO_4 \frac{1}{2}H_2O$	145.17	2.75	52.79
$CaSO_4 2H_2O$	172.19	2.32	74.22
H_2O	18.016	0.997	18.07

somit für:

$$CaSO_4 \tfrac{1}{2} \cdot H_2O + 1\tfrac{1}{2}H_2O = CaSO_4 2H_2O \qquad \Delta V = -5.68$$

Vorübergehend zeigt sich jedoch nach einer größeren Kontraktion (von 540 bis 370) eine Ausdehnung (von 370 bis 438).

Wenn auch dieses eigentümliche Verhalten das vorübergehende Auftreten eines Zwischenprodukts vermuten ließ, so scheiterten doch alle Versuche ein solches zu isolieren. Die Erklärung bietet sich auf andere Weise: die Löslichkeit des Stuckgipses ($CaSO_4 \cdot \frac{1}{2}H_2O$) ist nämlich viel größer als diejenige des Gipses (nach Marignac[1] löst sich in erster Form ein Teil $CaSO_4$ auf 110, in letzterer erst auf 479 Wasser bei 24°); die anfangs gebildete Lösung ist also an Gips übersättigt und scheidet letzteren aus. Dieser Vorgang ist nun aber, nach einem direkten Versuch, von bedeutender Ausdehnung begleitet; in demselben Apparat trat, bei Ausscheidung von 0.54 gr Gips aus der übersättigten Lösung, ein Anstieg von 78mm an der Skala auf, ganz vergleichbar also mit obigem Werte (umgekehrt begleitete eine Kontraktion die Auflösung von Gips). Unzweifelhaft hängt mit diesem Vorgang das Ausschwitzen zusammen, das bisweilen bei Darstellung von Abgüssen aus Stuckgips beobachtet wird. Ist also danach das Volumverfahren zur Beurteilung des Vorgangs bei Abhärtung von Stuckgips zu verwerfen, so zeigt sich beim Estrichgips eine befriedigende Regelmäßigkeit, wie die nachstehende Tabelle ergibt:

Zeit	Niveau in Mm.	Zeit	Niveau in Mm.
1 Min.	405	8 Tage 6 Stunden	322
6 "	395	9 " 22 "	314
11 "	393	11 " 6 "	309
16 "	392	14 " 0 "	301
45 "	390	15 " 4 "	297
100 "	388	15 " 22 "	295
430 "	383	17 " 6 "	292
1 Tag 0 Stunden	370	18 " 7 "	290
1 " 7 "	365	18 " 23 "	288
3 Tage 0 "	349	20 " 0 "	285
4 " 4 "	342	21 " 0 "	282
5 " 0 "	338	22 " 8 "	279
7 " 0 "	327	53 " 0 "	243

Die beobachtete Volumverminderung entspricht der Erwartung bei Berücksichtigung der Molekularvolumina bei 25°:

	Mol. Gew.	Sp. Gew.	Mol. Vol.
$CaSO_4$	136.16	2.97	45.85
$CaSO_4 2H_2O$	172.19	2.32	74.22
H_2O	18.016	0.997	18.07

also für:

$$CaSO_4 + 2H_2O = CaSO_4 2H_2O \qquad \Delta V = -7.77$$

[1] Jahresberichte 1873, 44; N. Arch. ph. nat. 48, 120.

Die beobachtete Volumverminderung genügte auch quantitativ dieser Forderung, indem 11gr63 Estrichgips eine Ausdehnung von 0.63 C. c. veranlaßten, also 0.054 pro Gramm, während 0.057 sich berechnet. Es sei hinzugefügt, daß ebenso der Wassergehalt der entstandenen Masse (20.6 Prozent) der totalen Verwandlung in Gips (mit 20.9 Prozent) entsprach.

Mit Hülfe dieser Methode haben wir dann den Einfluß verfolgt, den die Brenntemperatur auf die Abbindefähigkeit hat. Besonders haben wir dabei die sich widersprechenden Angaben geprüft[1], ob die Bildung des abbindbaren Estrichgipses bei einer Temperatur vor sich geht, welche höher liegt als diejenige, wobei das Totbrennen erfolgt, oder ob bei ansteigender Temperatur die Bindefähigkeit allmählich verloren geht.[2] Diese Entscheidung ist wichtig, denn nach der ersten Angabe würde ein totgebrannter Gips und auch wohl der natürliche Anhydrit durch geeignetes Brennen Bindefähigkeit bekommen können. Schon jetzt sei jedoch bemerkt, daß wir nur beobachten konnten, daß die Bindefähigkeit mit steigender Brenntemperatur regelmäßig abnimmt.

In dieser Beziehung wurde schon früher gefunden, daß ein bei 100° dargestellter Anhydrit noch schneller abhärtet als Stuckgips.[3] Vom eigentlichen Brennen kann dann erst oberhalb 190° die Rede sein, denn erst oberhalb 190° entwickelt sich aus Halbhydrat das Wasser mit einer technisch brauchbaren Geschwindigkeit. Deshalb wurden in erster Linie Proben wohlkrystallisierten (mit Salpetersäure aus Gips erhaltenen) Halbhydrats bei 200° und bei 300° je 10 Stunden erhitzt. Der Volumversuch zeigte in letzterer eine Abnahme der Bindefähigkeit:

200°. 2gr624. Kapillare: 1mm = 0.00382 C. c.

Zeit	1 Min.	6 Min.	26 Min.	85 Min.	172 Min.	23½ St.	46 St.	∞[4]
Niveau in mm	491	481	472	464	463	459	456	456.

300°. 2gr. Kapillare: 1mm = 0.00323 C. c.

Zeit	1 Min.	20 Min.	28 Min.	86 Min.	122 Min.	7 St.	21 St.	∞
Niveau in mm	506	500	499	496	495	493	487	472.

Es zeigt sich, daß der bei 300° erhitzte Gips langsamer abbindet, als der bei 200° erhitzte; nach 23½ Stunden z. B. sind im ersteren Fall 92 Prozent, im letzteren nach 21 Stunden erst 56 Prozent abgebunden.

---

[1] Das kleine Gipsbuch. 1901, 15.

[2] Mac Caleb, Amer. Chem. Journ. 11, 34 (Jahresberichte 1889, 456).

[3] Diese Sitzungsberichte 1901, 570.

[4] Unter Annahme einer Kontraktion von 0.054 C. c. pro Gramm und Mitberücksichtigung der ersten Minute.

Da diese Resultate es wahrscheinlich machten, daß der Estrichgips kein Produkt von höherer als Totbrenntemperatur ist, sondern daß Totbrennen erst nach Estrichgipsbildung erfolgt, haben wir einen Estrichgips während 10 Stunden bei 400° erhitzt. Die Abbindefähigkeit hatte dadurch bedeutend abgenommen:

Unerhitzte Probe. 2^{gr}. Kapillare: $1^{mm} = 0.00398$.

Zeit	1 Min.	8 Min.	44 Min.	6 St.	23 St.	6 Tage	13 Tage	∞
Niveau in mm	546	543	541	540	539	532	528	519.

Erhitzte Probe. 2^{gr}. Kapillare: $1^{mm} = 0.00323$.

Zeit	1 Min.	12 Min.	17 St.	6 Tage	13 Tage	∞
Niveau in mm	527	526	523	518	514	494.

Im ersten Fall sind also nach 13 Tagen 67 Prozent, im letzten nur 39 Prozent abgebunden.

Bei Anfrage um eine Probe totgebrannten Gipses an derselben Quelle stellte sich dann heraus, daß diese ein sehr schön krystallisiertes Halbhydrat mit der dem Halbhydrat entsprechenden Menge Wasser (7.3 Prozent statt 6.2 Prozent) war.

Durch ein kurzes Glühen des Handelsestrichs im Platintiegel am Bunsenbrenner erfolgte schließlich Totbrennen, und die Probe erhärtete auch in Wochen nicht.

2. Gewichtsvermehrung beim Abhärten. Vollkommen dasselbe Resultat, also eine allmähliche Abnahme der Bindefähigkeit bei steigender Brenntemperatur, wurde erhalten bei Verfolgen der aufgenommenen Wassermenge in einer feuchten Atmosphäre. Die Proben wurden dabei auf Uhrgläser unter eine Glocke neben Wasser gestellt. Wohlkrystallisiertes, mit Salpetersäure aus Gips erhaltenes Halbhydrat wurde 10 Stunden bei je 200°, 300° und 400° erhitzt und dann die Wasseraufnahme durch Wägung verfolgt. Das Resultat ist in der nachfolgenden Tabelle enthalten:

Zeit	200° in Gr.	Δ_1	300° in Gr.	Δ_2
0	0.5		0.5	
1 St. 0 Min.	0.5027	0.0027	0.5015	0.0015
3 » 40 »	0.5069	0.0042	0.5039	0.0024
6 » 10 »	0.5104	0.0035	0.5060	0.0021
22 » 5 »	0.5413	0.0309	0.5240	0.0180
28 » 0 »	0.5504	0.0091	0.5266	0.0026
45 » 30 »	0.5665	0.0161	0.5381	0.0115
52 » 0 »	0.5670	0.0005	0.5384	0.0003
69 » 30 »	0.5760	0.0090	0.5440	0.0056
95 » 30 »	0.5868	0.0108	0.5521	0.0081
131 » 30 »	0.6016[1]		0.5688	

[1] Der totalen Hydratation von $0^{gr}.5$ entspricht 0.633.

Zeit	300° in Gr.	Δ_1	400° in Gr.	Δ_2
0	0.5		0.5	
1 St. 30 Min.	0.5061	0.0061	0.5062	0.0062
5 » 30 »	0.5100	0.0039	0.5090	0.0028
22 » 50 »	0.5239	0.0139	0.5187	0.0097
48 » 50 »	0.5410	0.0171	0.5238	0.0051
94 » 50 »	0.5584	0.0174	0.5320	0.0082

Auch der bei 400° während 10 Stunden erhitzte Estrichgips zeigte nach dieser Methode einen unverkennbaren Verlust an Bindefähigkeit:

Zeit	Handels-estrich	Δ_1	Handelsestrich auf 400° erhitzt	Δ_2
0	0.5		0.5	
1 St. 0 Min.	0.5031	0.0031	0.5035	0.0035
2 » 0 »	0.5046	0.0015	0.5046	0.0011
9 » 0 »	0.5093	0.0047	0.5082	0.0036
23 » 40 »	0.5130	0.0037	0.5107	0.0025
72 » 30 »	0.5170	0.0040	0.5134	0.0027

III. Einfluß der Krystallstruktur.

Während die Bestimmung des Temperatureinflusses sowohl dilatometrisch als auch durch Wägung möglich war, scheiterte diejenige des Einflusses von der Krystallstruktur in beiden Fällen daran, daß eine ungleiche Oberfläche mit ins Spiel trat. Dennoch hatte sich bei den orientierenden Versuchen herausgestellt, daß die beibehaltene Halbhydratkrystallform Einfluß ausübt, und zwar in dem Sinne, daß sie dem Totbrennen wesentlich vorbeugt, mit anderen Worten: ein amorpher Gips verliert die Fähigkeit zum Abbinden durch Brennen viel leichter als ein krystallinisches wohlausgebildetes Halbhydrat.

Zur genaueren Feststellung dieser Tatsache sind drei Gipsformen benutzt worden:

1. durch Salpetersäure erhaltenes wohlausgebildetes Halbhydrat;
2. wenig oder kaum krystallinisch ausgebildeter Alabastergips des Handels;
3. Gips, welcher durch Behandeln eines Stuckgipses mit Wasser im Überschuß erhalten wurde und sich in äußerst feinen Nadeln ausgebildet hatte, welche sehr leicht Wasser verlieren und dann von der Halbhydratform nichts zeigen.

Diese Proben wurden ungefähr 5 Minuten auf schwacher Rotglut im Platintiegel erhitzt und dann mit geringem Wasserüberschuß im Probierrohr verschlossen zum Abhärten hingestellt. Nach etwa 24 Stunden

war die Probe Nr. 1 schon bedeutend härter geworden und zeigte auch unter dem Mikroskop Gipskrystalle; die beiden anderen Proben waren vollständig weich geblieben und zeigten auch mikroskopisch keine Veränderung. Nach 3 Tagen ist die erste Probe vollständig erhärtet und ganz in Gipskrystalle verwandelt. Der Alabastergips ist noch weich, doch immerhin ein klein wenig härter als die dritte ganz unveränderte Probe. Unter dem Mikroskop zeigte nach 12 Tagen der Alabastergips mehrere Gipskrystalle, während dieselben in der dritten Probe nur ganz vereinzelt vorlagen.

Das wesentliche Resultat der Untersuchung ist also, daß beim Erhitzen von Gips nach totaler Entwässerung, welche gegen 190° erfolgt, zunächst noch die Fähigkeit zur Wasserbindung bestehen bleibt und erst allmählich, sei es durch höhere, sei es durch längere Erhitzung, verloren geht. Die beibehaltene Krystallform, welche wohl dem Brennen ohne vorhergehende Zerstückelung zu verdanken ist, erschwert dieses sogenannte Totbrennen und ist deshalb technisch ein wichtiges Moment. Von der Angabe, daß erst nach dem Totbrennen bei noch höherer Temperatur eine neue Bindefähigkeit eintritt, in welchem Falle sich auch der natürliche Anhydrit zum Estrichbrennen eignen würde, haben wir keine Andeutung gefunden.

Ausgegeben am 5. März.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

XIII.

5. März 1903.

BERLIN 1903.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung. Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten.

§ 6.

1. Für die Aufnahme einer wissenschaftlichen Mittheilung in die Sitzungsberichte gelten neben § 41, 2 der Statuten und § 28 dieses Reglements die folgenden besonderen Bestimmungen.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stöcke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

1. Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden.

2. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweitig früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies nach den geltenden Rechtsregeln zusteht, so bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

5. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 11.

1. Der Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Kopf der Sitzungsberichte mit Jahreszahl, Stücknummer, Tag und Kategorie der Sitzung, darunter der Titel der Mittheilung und der Name des Verfassers stehen.

2. Bei Mittheilungen, die mit dem Kopf der Sitzungsberichte und einem angemessenen Titel nicht über zwei Seiten füllen, fällt in der Regel der Umschlag fort.

3. Einem Verfasser, welcher Mitglied der Akademie ist, steht es frei, auf Kosten der Akademie weitere gleiche Sonderabdrücke bis zur Zahl von noch hundert, und auf seine Kosten noch weitere bis zur Zahl von zweihundert (im ganzen also 350) abziehen zu lassen, sofern er dies rechtzeitig dem redigirenden Secretar angezeigt hat; wünscht er auf seine Kosten noch mehr Abdrücke zur Vertheilung zu erhalten, so bedarf es der Genehmigung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe. — Nichtmitglieder erhalten 50 Freiexemplare und dürfen nach rechtzeitiger Anzeige bei dem redigirenden Secretar weitere 200 Exemplare auf ihre Kosten abziehen lassen.

§ 28.

1. Jede zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Wenn schriftliche Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder direct bei der Akademie oder bei einer der Classen eingehen, so hat sie der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

[Aus Stat. § 41, 2. — Für die Aufnahme bedarf es einer ausdrücklichen Genehmigung der Akademie oder einer der Classen. Ein darauf gerichteter Antrag kann, sobald das Manuscript druckfertig vorliegt, gestellt und sogleich zur Abstimmung gebracht werden.]

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte, jedoch nicht für die darin aufgenommenen kurzen Inhaltsangaben der gelesenen Abhandlungen verantwortlich. Für diese wie für alle übrigen Theile der Sitzungsberichte sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.

Die Akademie versendet ihre »Sitzungsberichte« an diejenigen Stellen, mit denen sie im Schriftverkehr steht,
wofern nicht im besonderen Falle anderes vereinbart wird, jährlich drei Mal, nämlich:
die Stücke von Januar bis April in der ersten Hälfte des Monats Mai,
» » » Mai bis Juli in der ersten Hälfte des Monats August,
» » » October bis December zu Anfang des nächsten Jahres nach Fertigstellung des Registers.

1903.
XIII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

5. März. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Vahlen.

*1. Hr. Vogel las über »Untersuchungen an Sternspectren«.

Der Verfasser hat an den durch Vervollkommnung der Spectralapparate überaus detailreichen und schönen Sternspectralaufnahmen, die seit 1900 auf dem Astrophysikalischen Observatorium zu Potsdam angefertigt worden sind, und die in erster Linie zur Bestimmung der Bewegung der Sterne in der Gesichtslinie dienen, feinere Messungen ausgeführt, besonders auch hinsichtlich der Breite einzelner Spectrallinien, um weitere Aufschlüsse über die physische Beschaffenheit der Atmosphären der Sterne zu gewinnen.

2. Hr. Harnack legte die Mittheilung des Hrn. Cand. theol. Leipoldt vor: »Der Hirt des Hermas in saïdischer Übersetzung«.

Die Existenz einer saïdischen Übersetzung des »Hirten« konnte bisher nur vermuthet werden. Hr. Leipoldt weist nach, dass die Nationalbibliothek zu Paris Bruchstücke einer Übersetzung in einem Sammelbande besitzt, und bringt dieselben mit einer deutschen Version und kurzen Einleitung zum Abdruck.

3. Hr. Kohlrausch überreicht eine Mittheilung der HH. Prof. E. Hagen und Prof. H. Rubens »über Beziehungen zwischen dem Reflexionsvermögen der Metalle und ihrem elektrischen Leitvermögen«.

Aus Beobachtungen an Silber, Kupfer, Gold, Platin, Nickel, Stahl, Wismuth, Constantan, Patentnickel, Magnalium und Brandes-Schünemann'schem Spiegelmetall ergibt sich die Beziehung, dass die eindringenden Intensitäten im Gebiet langer Wellen sich nahe umgekehrt verhalten, wie die Wurzeln aus den elektrischen Leitvermögen.

4. Im Anschluss daran legt Hr. Planck eine Mittheilung vor »über die optischen Eigenschaften der Metalle für lange Wellen«.

Es werden die beiden für das optische Verhalten eines Metalls charakteristischen Constanten aus der einfachen Annahme entwickelt, dass dieselben lediglich von dem Leitungsvermögen des Metalls für stationäre galvanische Ströme bedingt sind.

5. Hr. Waldeyer überreicht seine Schrift »Das Trigonum subclaviae«. Bonn 1903.

6. Hr. van't Hoff überreicht seine »Vorlesungen über theoretische und physikalische Chemie«. 2. Heft. 2. Aufl. Braunschweig 1903.

Die Akademie hat das correspondirende Mitglied ihrer philosophisch-historischen Classe Hrn. Edward Byles Cowell in Cambridge (England) am 9. Februar durch den Tod verloren.

Der Hirt des Hermas in saïdischer Übersetzung.

Von Johannes Leipoldt
in Dresden.

(Vorgelegt von Hrn. Harnack.)

Dass es eine koptische Übersetzung des Hirten des Hermas gegeben hat, könnte man mit einiger Wahrscheinlichkeit aus drei Beobachtungen erschliessen. Erstens war dieses Buch bereits den ältesten griechisch schreibenden Kirchenvätern Aegyptens, Clemens und Origenes, bekannt. Zweitens wurde es (nach dem Festbrief des Athanasius vom Jahre 367) in dem Katechumenenunterricht der ägyptischen Kirche benutzt. Drittens hat es in der äthiopischen Kirche Heimatrecht erlangt, die doch zu der national koptischen stets in engster Beziehung gestanden hat.

In der That ist die Bibliothèque Nationale zu Paris im Besitze von drei Blättern einer Handschrift[1], die Bruchstücke einer saïdischen Übersetzung des Hirten enthalten. Sie finden sich in dem Sammelbande Copte 130^{5} (Schenoudi 4) fol. 129 (Seitenziffern: ⲛ̅ⲋ̅ = 56, ⲛ̅ⲍ̅ = 57), 120 (Seitenziffern: ⲝ̅ⲏ̅ = 68, ⲝ̅ⲑ̅ = 69), 130 (Seitenziffern fehlen).[2] Leider ist von den drei Blättern nur eins (120) vollständig erhalten: von 129 fehlt die untere, von 130 die obere Hälfte. Somit wird der Text der beiden letzteren Blätter, da er in zwei Spalten geschrieben ist, in vier Stücke zerrissen, und es ist nicht einmal möglich, die Grösse der Lücken genau zu berechnen, da die Zahl der Zeilen einer Spalte auf dem vollständig erhaltenen Blatte 120 zwischen 29 und 31 schwankt.

Unter den sachlichen Abweichungen der saïdischen Übersetzung von den bisher bekannten Hermastexten fällt am meisten die verschiedene Bezifferung der Gleichnisse auf: das zweite und dritte

[1] Über die Zeit ihrer Entstehung wage ich kein Urtheil abzugeben. Die Formen der Buchstaben sind denen junger Handschriften ähnlich, während die sehr maassvoll verwandte Accentuation an ältere Manuscripte erinnert.

[2] Der Ordner des Sammelbandes hat die Blätter getrennt, vermuthlich weil er ihre Zusammengehörigkeit nicht erkannte. — Blatt 130 ist übrigens verkehrt, mit der Rückseite nach oben, eingebunden.

Gleichniss bezeichnet der Kopte als viertes (oder drittes) und fünftes (oder viertes).[1] Aber vielleicht ist gerade diese seltsame Thatsache bedeutungslos. Ich möchte darauf aufmerksam machen, dass es, nach meiner Erfahrung, nur sehr wenige grössere koptische Handschriften giebt, deren Seitenziffern eine correcte arithmetische Reihe bilden. Darnach scheint die mathematische Begabung der Kopten noch geringer gewesen zu sein als die ihrer Vorfahren zur Zeit der Pharaonen.[2] Die merkwürdige Numerirung der Gleichnisse in unserem Manuscripte fällt also unter Umständen nur dem Schreiber zur Last.

Über die sonstige textkritische Bedeutung der saïdischen Übersetzung wird man sich am bequemsten mit Hülfe der folgenden Liste ein Urtheil bilden. Diese führt alle Stellen an, an denen der Kopte einen anderen griechischen Text vorauszusetzen scheint, als ihn die grosse Ausgabe des Hermasbuches von von Gebhardt und Harnack (Leipzig 1877) bietet.[3] Die erste Spalte der Liste giebt die Lesung dieser Ausgabe (nach Seite und Zeile citirt) an, die zweite die Abweichungen des Kopten, die dritte die Zeugen, die mit dem Kopten übereinstimmen. Ein glücklicher Zufall hat es gewollt, dass eines der erhaltenen Fragmente sich mit dem Papyrus Berolinensis des Hermas (Sitzungsber. 1891, 30. April) theilweise deckt.

Erstes Bruchstück.[4]

Stelle	Ausgabe	Kopte	Zeugen
S. 126 Z. 6	δὲ	+ κύριε	AL¹ Ath²
	αἱ ἐντολαὶ αὗται	om	—
Z. 20	καὶ ἰσχυρὰ	om	L¹
Z. 25	πάντων καὶ πασῶν	καὶ	vergl. AL¹ Ath²
Z. 28	πεπωρωμένην	πεπωρημένην?	A
Z. 29	κυρίου	θεοῦ	as

[1] Die Bezeichnungen »viertes Gleichniss« und »fünftes Gleichniss« stehen beide Male am Ende der Seite, werden also am natürlichsten als Unterschriften aufgefasst. Doch wäre es, nach dem Gebrauche koptischer Schreiber (vergl. z. B. die Pariser Handschrift Copte 130⁵ [Schenoudi 4] fol. 30ᵛ), auch möglich, sie als Überschrift zum Folgenden zu ziehen.

[2] Einen weiteren Beweis für diese Behauptung liefert die saïdische Epiphanius-Übersetzung (Berichte der phil.-hist. Klasse der Königl. Sächs. Gesellsch. d. Wiss. 1902, S. 148 [106₆]).

[3] Der Kopte hat im allgemeinen so wörtlich übersetzt, dass man an einigen Stellen ihn ohne den griechischen Urtext gar nicht verstehen würde (besonders sim. II 8). Nur selten giebt er seinem ägyptischen Sprachgefühle nach (Hinzufügung eines Dativs zu Worten des Sagens mand. XII 4₂ sim. III 1 f.).

[4] Die Abkürzungen der dritten Spalte bedeuten: A äthiopische Übersetzung; L¹ und L² lateinische Übersetzungen (Vulgata und Palatina); Ath² Pseudoathanasios (cod. Par.); as apographon Simonidis.

Zweites Bruchstück.

S. 136 Z. 29	τοῦ κυρίου	ταύτην	om utrumque Papyr. Berol.
Z. 31	ἡ ἄμπελος	om	—
S. 138 Z. 5	ψυχὰς	ψυχὰς	τ[ύχ]ας Papyr. Berol.
Z. 7	τὰς βίβλους	τὴν βίβλον	AL[2]
Z. 9	ὁ γὰρ συνιὼν τοῦτο δυνήσεται καὶ διακονῆσαί τι [so der Papyr.Berol.,der allein den Originaltext hier bewahrt hat]	ὁ γὰρ συνιὼν τοῦτο διακονήσει τὸ ἀγαθόν	ἀγαθόν AL[2]
Z. 14	κατοικοῦντες	+ πάντες	—
Z. 16f.	ἐν τῷ αἰῶνι τούτῳ	om	A
Z. 19	γὰρ	om	A
Z. 20	τὰ ξηρὰ ποῖά εἰσιν ἢ τὰ ζῶντα	τὰ ζῶντα ποῖά εἰσιν ἢ τὰ ξηρὰ	—
	οὕτως	+ καὶ	L[2]
Z. 22	πάντες	om	A

Drittes Bruchstück.

S. 206 Z. 4	τὰς παρθένους	αὐτὰς	—
Z. 6	καὶ ἀναπαυθῆναι	om	AL[1] L[2]
	φημί	om	AL[2]
Z. 13	λίθων	+ τούτων	—
Z. 19	γὰρ	om	A
Z. 20	[ἐλευσόμεθα]	ἐρχόμεθα	—
	[ὄψει]	ὁρῶμεν	—
Z. 21	[τούτῳ]	om	A
Z. 28	βλέπω	ἔβλεπον	—

Wie man sieht, sind die saïdischen Bruchstücke zu klein, als dass man ihr Verhältniss zu den übrigen Textzeugen sicher festlegen könnte. Unbestreitbar scheint nur eines zu sein: das saïdische Hermasbuch muss, wie man schon a priori erwarten durfte, dem äthiopischen (A) näher stehen als dem griechischen und lateinischen. Vielleicht hat der Kopte dieselbe griechische Textgestalt vor sich gehabt, wie A; oder sollte A aus dem Saïdischen übersetzt sein?

Zu einer Änderung des überlieferten griechischen Textes wird, soviel ich sehe, die saïdische Übersetzung kaum Anlass geben.

Am ehesten würden ihre Lesarten zu S. 126 Z. 6 (+ κύριε) und S. 206 Z. 6 (— καὶ ἀναπαυθῆναι) Anspruch auf Beachtung haben. Befriedigend ist es, dass für sim. II 10 nun ein neuer Textzeuge da ist.

Bei dem Abdruck der Texte sind folgende Regeln beobachtet. Ergänzte Buchstaben sind in eckige Klammern [ ] gesetzt, fehlende durch je einen [eingeklammerten] Punkt angedeutet, unsichere unterpunktirt. In der deutschen Übertragung, die sich bemüht möglichst wörtlich zu sein, sind die griechischen Fremdworte des saïdischen Textes in runden Klammern ( ) angegeben; sie sind gesperrt gedruckt, wo sie der Kopte dem griechischen Originale entnommen hat. In runden Klammern stehen hier auch die deutschen Worte, die der Übersetzung frei hinzugefügt werden mussten, um sie verständlicher zu machen.

Erstes Bruchstück

(mand. XII 3 4—4 4).

3 4 ϣϭⲟⲙ ⲙ̄ⲙⲟϥ ⲉϩⲁⲣⲉϩ ⲉⲣⲟⲟⲩ. ⲛ̄ϯⲥⲟⲟⲩⲛ ⲇⲉ ⲁⲛ, ⲡϫⲟⲉⲓⲥ, ϫⲉⲟⲩⲛϣϭⲟⲙ ⲛ̄ⲧⲉⲣⲱⲙⲉ[1] ϩⲁⲣⲉϩ ⲉⲣⲟⲟⲩ· ϫⲉⲥⲉⲛⲁϣ̄ⲧ̄ ⲅⲁⲣ [ⲉ]ⲙⲁⲧⲉ.

5 5 ⲁϥⲟⲩ[ⲱ]ϣ̄ⲃ̄ ⲡⲉϫⲁϥ ⲛⲁï ϫⲉⲉϣⲱⲡⲉ ⲉⲕϣⲁⲛⲕⲁⲁⲥ ϩ̄ⲙ̄ⲡⲉⲕϩⲏⲧ[2] ϫⲉⲟⲩⲛϣϭⲟ[ⲙ] ⲉϩⲁⲣⲉϩ ⲉ[ⲣⲟⲟⲩ,] ⲕⲛⲁϩⲁ[ⲣⲉϩ ⲉ]ⲣⲟ[ⲟⲩ]

Lücke von etwa 14 Zeilen.[3]

6 ⲁⲗⲗⲁ ⲛ̄ⲅⲟⲃϣ̄ⲕ̄ ⲉⲣⲟⲟⲩ, ⲙ̄ⲛ̄ⲧⲕⲱⲛ̄ϩ̄ ⲙ̄ⲙⲁⲩ, ⲟⲩⲧⲉ ⲛⲉⲕϣⲏⲣⲉ ⲟⲩⲧⲉ ⲡⲉⲕⲏï, ⲉⲃⲟⲗ ϫⲉϫⲓⲛⲧⲉⲛⲟⲩ ⲁⲕⲕⲁⲁⲥ ϩⲁïⲁⲧ̄ⲕ̄[4] ϫⲉⲙⲛϣϭⲟⲙ ⲛ̄ⲣⲱⲙⲉ ⲉϩⲁⲣⲉϩ ⲉⲛⲉï-ⲉⲛⲧⲟⲗⲏ.

---

3 4 dem es möglich ist, sie zu halten. Ich weiss aber (δέ) nicht, o Herr, ob es möglich ist, dass[1] ein Mensch sie hält; denn (γάρ) sie sind sehr hart.

5 5 Er antwortete und sprach zu mir: Wenn du es in dein Herz legst[2], dass es möglich ist, [sie] zu halten, wirst du sie halten

Lücke von etwa 14 Zeilen.[3]

6 sondern (ἀλλά) (wenn) du sie vergisst, (so) hast du nicht Leben, weder (οὔτε) deine Kinder noch (οὔτε) dein Haus, weil du von jetzt an in's Auge fasstest[4], dass es einem Menschen unmöglich ist, diese Gebote (ἐντολή) zu halten.

---

[1] ⲟⲩⲛϣϭⲟⲙ mit folgendem Conjunctiv kann ich sonst nicht belegen; gewöhnlich steht der Infinitiv mit ⲉ- (so auch in unserem Texte an mehreren Stellen).

[2] D. h. wenn du dir vornimmst.

[3] Eine Zeile der Handschrift hat durchschnittlich acht bis neun Buchstaben.

[4] Zu dieser Redensart vergl. Peyron, Lexicon Copticum p. 43 (dort weitere Belegstellen).

1 ⲛ̣ⲁï ⲇⲉ ⲁ̣[ϥϫⲟⲟⲥ] ⲛ̣ⲁï

Lücke von etwa 18 Zeilen.

ⲡⲉϫⲁϥ ⲛⲁï ϫⲉ ⲡⲁⲑⲏⲧ̀ ⲉⲧⲉⲛ̄ⲟⲩⲥⲁⲃⲉ ⲁⲛⲡⲉ̀ ⲛ̄ϩⲏⲧ ⲥⲛⲁⲩ, ⲛ̄ⲅ̄ⲛⲟï ⲁⲛ ⲙ̄ⲡ-
ⲉⲟⲟⲩ ⲙ̄ⲡⲛⲟⲩⲧⲉ, ⲛ̄ⲑⲉ ⲉⲧⲉⲟ̣ⲩⲛⲟϭⲡⲉ ⲁⲩ[ⲱ] ⲟⲩϣⲡⲏⲣⲉ ⲡⲉ: ϫⲉ ⲁϥⲥⲱⲛ̄ⲧ
ⲙ̄ⲡⲕⲟⲥⲙⲟⲥ ⲉⲧⲃ̄[ⲉ]ⲡⲣⲱⲙⲉ ⲁⲩⲱ̣ [. . . . .]

Lücke von etwa 18 Zeilen.

ⲉⲛⲉïⲕⲉⲉⲛⲧⲟⲗⲏ; ⲟⲩⲛϣϭⲟⲙ, ⲡⲉϫⲁϥ, ⲙ̄ⲡⲣⲱⲙⲉ ⲉⲧⲉⲟⲩⲛ̄ⲧⲉϥⲡϫⲟⲉⲓⲥ ϩ̄ⲙ̄-
ⲡⲉϥϩⲏⲧ ⲉⲣ̄ϫⲟⲉⲓⲥ ⲉⲛⲉïⲕⲉⲉⲛⲧⲟⲗⲏ.

4 ⲛⲉⲧⲉⲣⲉⲡϫ̣[ⲟ]ⲉⲓⲥ ⲇⲉ ϩⲓⲛ[ⲉⲩ]ⲥⲡⲟⲧⲟⲩ ⲉ̣[ⲣⲉ]ⲡⲉⲩϩⲏⲧ ⲧ[ⲱ]ⲙ ⲁⲩⲱ
ⲉϥⲟⲩⲏⲩ [ⲉ]ⲃⲟⲗ ⲙⲡⲛⲟⲩ[ⲧⲉ, ⲛ]ⲉⲧⲙ̄ⲙⲁⲩ [. . . . . . .] ⲉï

Es fehlen etwa 15 Zeilen.

---

1 Dies aber (δέ) [sprach er] zu mir

Lücke von etwa 18 Zeilen.

Er sprach zu mir: O Thörichter, der (du) nicht verständig (b)ist (sondern) doppelherzig, siehst (νοεῖν) du nicht Gottes Herrlichkeit, wie gross und wunderbar sie ist? Denn er erschuf die Welt (κόσμος) des Menschen wegen und [. . . . .]

Lücke von etwa 18 Zeilen.

auch über diese Gebote (ἐντολή)? Es ist, sprach er, dem Menschen, der den Herrn in seinem Herzen hat, möglich, auch über diese Gebote (ἐντολή) Herr zu werden.

4 Die aber (δέ), auf [deren] Lippen der Herr ist, während ihr Herz verblendet und von Gott entfernt ist, jene [. . . .]

Es fehlen etwa 15 Zeilen.

Zweites Bruchstück

(sim. II 7—III 3).

[. . . . . . .]ⲱ̣[. . . . . . .] ⲙⲡ[ϩⲏⲕⲉ ⲉ]ⲃⲟⲗ ϩ̄ⲛ̄[ⲛ̄ⲧⲁï]ⲟ ⲙ̄ⲡϫⲟ[ⲉⲓⲥ], ⲁⲩⲱ ⲁϥ-
[ϫ]ⲉⲕⲧⲉïⲇⲓⲁⲕⲟⲛⲓⲁ ⲉⲃⲟⲗ ϩ̄ⲛⲟⲩⲥⲟⲟⲩⲧ̄ⲛ̄.

8 ⲉⲣⲉⲛ̄ⲣⲱⲙⲉϭⲉ ⲙⲉⲉⲩⲉ ϫⲉ ⲧⲉⲡⲧⲉⲗⲉⲁ ⲙⲉⲥⲧⲁⲩⲉⲕⲁⲣⲡⲟⲥ ⲉⲃⲟⲗ, ⲁⲩⲱ
ⲛ̄ⲥⲉⲉⲓⲙⲉ ⲁⲛ̣ ⲟⲩⲇⲉ ⲛ̄ⲥⲉⲛⲟï ⲁⲛ ϫⲉⲉⲣⲉⲧ̄ⲙ̄ⲧⲡⲉ ϩⲱⲟⲩ, ⲉⲩⲛ̄ⲧⲉⲧⲉⲡⲧⲉⲗⲉⲁ

[. . . . . .] den [Armen] aus [den Geschenken] des Herrn, und er vollendete diesen Dienst (διακονία) in richtiger Weise.

8 Die Menschen denken allerdings, dass die Ulme (πτελέα) nicht Frucht bringt, und wissen nicht und sehen (νοεῖν) auch nicht (οὐδέ), dass, wenn der Himmel nicht regnet, da die Ulme (πτελέα) Wasser

ⲙⲟⲟⲩ, ϣⲁⲥⲥⲁⲛϣ ⲛ̄ⲧⲃⲱ ⲛ̄ⲉⲗⲟⲟⲗⲉ ϩⲱⲱⲥ· ⲉⲁⲥϭⲓⲛⲉ ⲛⲟⲩⲙⲟⲟⲩ ⲉⲛⲁϣⲱϥ ϣⲁϥϯⲕⲁⲣⲡⲟⲥ ⲥⲛⲁⲩ ϩⲁⲣⲟⲥ ⲙ̄ⲛⲧⲉⲡⲧⲉⲗⲉⲁ. ⲧⲁïⲧⲉ ⲑⲉ ⲛ̄ⲛ̄ϩⲏⲕⲉ ⲉⲩϣⲗⲏⲗ ⲉϫⲛ̄ⲣⲙ̄ⲙⲁⲟ[1] ⲉϩⲣⲁï ⲉⲡϫⲟⲉⲓⲥ· ⲥⲉϫⲱⲕ ⲛ̄ⲧⲉⲩⲙⲛ̄ⲧⲣⲙ̄ⲙⲁⲟ ⲉⲃⲟⲗ. ⲛ̄ⲣⲙ̄-ⲙⲁⲟ ϩⲱⲟⲩ ⲉⲩϯ ⲛⲛ̄ϩⲏⲕⲉ ⲙ̄ⲡⲉⲧⲟⲩⲁϣϥ[2] ⲉⲩⲧⲱⲧ ⲙ̄ⲡⲉⲩϩⲏⲧ.

9 [ⲥⲉ]ⲟ̀ϭⲉ ⲛ̄ⲕⲟⲓⲛⲱⲛⲟⲥ ⲙ̄ⲡⲉⲥⲛⲁⲩ ⲉⲫⲱⲃ ⲛⲇⲓⲕⲁⲓⲟⲛ. ⲡⲉⲧⲉⲓⲣⲉϭⲉ ⲛ̄ⲛⲁï ⲙ̄ⲡⲛⲟⲩⲧⲉ ⲛⲁⲕⲁⲁϥ ⲛ̄ⲥⲱϥ ⲁⲛ· ⲁⲗⲗⲁ ϥⲛⲁϣⲱⲡⲉ ⲉϥⲥϩⲏⲩⲧ[3] ⲉⲡϫⲱⲱⲙⲉ ⲛ̄ⲛⲉⲧⲟⲛϩ.

10 ⲛⲁïⲁⲧⲟⲩ ⲛ̄ⲛⲉⲧⲉⲟⲩⲛⲧⲁⲩ ⲉⲩⲉⲓⲙⲉ ϫⲉⲛⲧⲁⲩⲁⲁⲩ ⲛ̄ⲣⲙ̄ⲙⲁⲟ ϩⲓⲧⲟⲟ-ⲧϥ̄ ⲙ̄ⲡϫⲟⲉⲓⲥ· ⲡⲉⲧⲛⲁⲉⲓⲙⲉ ⲅⲁⲣ ⲉⲡⲁ̣ⲓ̣ ϥⲛⲁⲇⲓⲁⲕⲟⲛⲓ ⲙⲡⲁ[ⲅⲁ]ⲑ̣ⲟ̣ⲛ̣.

ⲡⲁⲣⲁⲃⲟⲗⲏ ⲇ̄

1 ⲁϥⲧⲟⲩⲟï ⲉϩⲉⲛϣⲏⲛ ⲉⲛⲁϣⲱⲟⲩ ⲉⲙⲛ̄ϭⲱⲃ ⲟ[4] ⲛ̄ϩⲏⲧⲟⲩ, ⲁⲗⲗⲁ ⲉⲩⲟ̀ ⲛ̄ⲑⲉ ⲛ̄ⲛⲉⲧϣⲟⲩⲱⲟⲩ ⲛ̄ⲛⲁϩⲣⲁïⲡⲉ· ⲉⲛⲉⲩⲉⲓⲛⲉ ⲅⲁⲣⲡⲉ ⲛ̄ⲛⲉⲩⲉⲣⲏⲩ ⲧⲏⲣⲟⲩ. ⲡⲉϫⲁϥ ⲛⲁï ϫⲉⲕⲛⲁⲩ ⲉⲛⲉïϣⲏⲛ; ⲡⲉϫⲁï ⲛⲁϥ ϫⲉ̄ϯⲛⲁⲩ ⲉⲣⲟⲟⲩ, ⲡϫⲟⲉⲓⲥ, ⲉⲩⲉⲓⲛⲉ ⲛ̄ⲛⲉⲩⲉⲣⲏⲩ ⲁⲩⲱ ⲉⲩϣⲟⲩⲱⲟⲩ. ⲁϥⲟⲩⲱϣⲃ̄ ⲉϥϫⲱ ⲙ̄ⲙⲟⲥ ⲛⲁï ϫⲉ-ⲛⲉïϣⲏⲛ ⲉⲧⲕ̄ⲛⲁⲩ ⲉⲣⲟⲟⲩⲛⲉ ⲛⲉⲧⲟⲩⲏϩ ⲧⲏⲣⲟⲩ ϩ̄ⲙ̄ⲡⲉïⲁⲓⲱⲛ.

---

hat, sie ihrerseits den Weinstock ernährt; (und) da (dies)er (nun) zahlreiches Wasser fand, giebt er doppelte Frucht (καρπός), für sich und für die Ulme (πτελέα). So steht es mit den Armen, wenn sie für die Reichen[1] zum Herrn beten: sie vollenden ihren Reichthum. Die Reichen ihrerseits geben den Armen, was sie wünschen[2], und befriedigen (so) ihr Herz.

9 So haben [sie] beide Theil (κοινωνός) an der gerechten (δίκαιος) Sache. Wer dies nun thut, den wird Gott nicht verlassen; vielmehr (ἀλλά) wird er geschrieben[3] sein in das Buch der Lebenden.

10 Heil denen, die haben, indem sie wissen, dass sie durch den Herrn reich gemacht worden sind; denn (γάρ) wer dies wissen wird, wird dem Guten (ἀγαθόν) dienen (διακονεῖν).

Viertes Gleichniss (παραβολή).

1 Er zeigte mir zahlreiche Bäume, an denen kein Laub war[4]; vielmehr (ἀλλά) waren sie vor mir wie verdorrte; denn (γάρ) sie glichen alle einander. Er sprach zu mir: Siehst du diese Bäume? Ich sprach zu ihm: Ich sehe sie, o Herr, wie sie einander gleichen und verdorrt sind. Er antwortete, indem er zu mir sprach: Diese Bäume, die du siehst, sind alle die, die in dieser Welt (αἰών) wohnen.

---

[1] Lies ⲉϫⲛ̄ⲛ̄ⲣⲙ̄ⲙⲁⲟ.

[2] Für ⲙ̄ⲡⲉⲧⲟⲩⲟⲩⲁϣϥ (Steindorff, Koptische Grammatik, 2. Aufl., § 68).

[3] ⲥϩⲏⲩⲧ (sonst stets ⲥⲏϩ) Bildung nach Analogie des bohairischen ⲥϧⲏⲟⲩⲧ (Steindorff a. a. O. § 221).

[4] ϭⲱⲃ ⲟ ist vielleicht in ϭⲱⲃⲉ zu verbessern.

2 ⲡⲉϫⲁⲓ̈ ⲛⲁϥ ϫⲉⲡϫⲟⲉⲓⲥ, ⲉⲧⲃⲉⲟⲩ ⲥⲉⲟ ⲛ̄ⲑⲉ ⲛ̄ⲛⲉⲧϣⲟⲩⲱⲟⲩ ⲁⲩⲱ ⲥⲉⲉⲓⲛⲉ ⲛ̄ⲛⲉⲩⲉⲣⲏⲩ: ϫⲉⲛ̄ⲇⲓⲕⲁⲓⲟⲥ, ⲡⲉ̣[ϫⲁϥ, ⲟⲩⲟⲛϩ] ⲉⲃⲟ[ⲗ ⲁⲛ ⲟⲩⲧⲉ] ⲛ̄ⲣⲉϥ[ⲣ̄ⲛⲟⲃⲉ,] ⲁⲗⲗⲁ ⲥ̣ⲉ̣[ⲉⲓⲛⲉ] ⲛ̄ⲛⲉⲩⲉⲣ[ⲏⲩ]. ⲡⲉⲓ̈ⲁⲓⲱⲛ ⲅ̣[ⲁⲣ] ⲧⲉⲡⲣⲱ ⲛ̇ⲛⲇ[ⲓ]ⲕⲁⲓⲟⲥⲧⲉ, ⲁⲩⲱ ⲛ̄ⲥⲉⲟⲩⲟⲛϩ ⲉⲃⲟⲗ ⲁⲛ ⲉⲩⲟⲩⲏϩ ⲙ̄ⲛ̄ⲛ̄ⲣⲉϥⲣ̄ⲛⲟⲃⲉ.

3 ⲛ̄ⲑⲉ ⲛ̄ⲧⲉⲡⲣⲱ ⲉϣⲁⲣⲉⲛ̄ϣⲏⲛ ⲧⲏⲣⲟⲩ ⲕⲁⲡⲉⲩⲧⲟⲟⲃⲉϥ[1] ⲛ̄ⲥⲉⲉⲓⲛⲉ ⲛ̄ⲛⲉⲩⲉⲣⲏⲩ ⲛ̄ⲥⲉⲧⲙ̄ⲟⲩⲱⲛ̄ϩ ⲉⲃⲟⲗ ϫⲉⲁϣⲛⲉ ⲛⲉ̣ⲧ̣ⲟⲛ̄ϩ ⲏ̀ ⲛⲉⲧϣⲟⲩⲱⲟⲩ· ⲧⲁⲓ̈ⲧⲉ ⲑⲉ ϩ̄ⲙⲡⲉⲓ̈ⲕⲉⲁⲓⲱⲛ· ⲛ̄ⲥⲉⲟⲩⲟⲛ̄ϩ ⲉⲃⲟⲗ ⲁⲛ ⲛ̄ϭⲛⲇⲓ(ⲕⲁⲓ)ⲟⲥ[2] ⲟⲩⲧⲉ ⲛ̄ⲣⲉϥⲣ̄ⲛⲟⲃⲉ, ⲁⲗⲗⲁ ⲥⲉⲉⲓⲛⲉ ⲛ̄ⲛⲉⲩⲉⲣⲏⲩ.

ⲡⲁⲣⲁⲃⲟⲗⲏ ⲉ̄

---

2 Ich sprach zu ihm: O Herr, warum sind sie wie verdorrte und gleichen einander? Weil die Gerechten (δίκαιος), sprach [er, nicht] offenbar [sind und auch nicht (οὔτε)] die Sünder, sondern (ἀλλά) (weil) sie einander [gleichen]. Denn (γάρ) diese Welt (αἰών) ist der Winter der Gerechten (δίκαιος), und sie sind nicht offenbar, da sie bei den Sündern wohnen.

3 Wie der Winter, in dem alle Bäume ihr Laub (?)[1] verlieren und einander gleichen und nicht offenbar werden, welches die lebenden oder (ἤ) die verdorrten sind; so steht es auch in dieser Welt (αἰών): die Gerechten (δίκαιος)[2] sind nicht offenbar und auch nicht (οὔτε) die Sünder; vielmehr (ἀλλά) gleichen sie einander.

Fünftes Gleichniss (παραβολή).

Drittes Bruchstück

(sim. IX 5 1—6 1).

Es fehlen etwa 19 Zeilen.

[......]ⲱ̣[.......]ⲟ̣ⲧ. ⲉⲓ̈ⲙⲉ[ⲉⲩⲉ ⲇⲉ] ϫⲉⲛ̄ⲧⲁⲩ[ⲕⲁⲁⲩ ⲉ]ϩⲁⲣⲉϩ [ⲉⲡⲡⲩ]ⲣⲅⲟⲥ. 5 1

2 [ⲙ̄ⲛ̄]ⲛ̄ⲥⲁⲧⲣⲉ[ⲟⲩ]ⲟⲛ ⲇⲉ̣ ⲛ̣ⲓ̣ⲙ̣ [ⲁⲛ]ⲁⲭⲱⲣⲓ, ⲡⲉ[ϫⲁ]ⲓ ⲙ̄ⲡⲡⲟⲓⲙⲏⲛ (2) [ϫ]ⲉⲡϫⲟⲉⲓⲥ, ⲉ[ⲧⲃ]ⲉⲟⲩ ⲙ̄ⲡⲉ[ⲡⲕ]ⲱ̣ⲧ ⲙ̄ⲡⲡⲩⲣ[ⲅⲟⲥ]

Es fehlen etwa 19 Zeilen.

[. . . .] Ich dachte [aber (δέ)], dass man sie [zurückgelassen] hätte, 5 1 [um den] Thurm (πύργος) [zu] bewachen.

2 Nachdem aber (δέ) jeder sich zurückgezogen hatte (ἀναχωρεῖν), (2) sprach ich zu dem Hirten (ποιμήν): O Herr, weshalb wurde der Bau des Thurmes (πύργος) nicht

---

[1] Ein Wort ⲧⲟⲟⲃⲉϥ »Laub« ist bis jetzt noch nicht nachgewiesen; zur Art der Bildung vergl. Steindorff a. a. O. § 123.

[2] ⲕⲁⲓ ist später hinzugefügt.

Lücke von etwa 20 Zeilen.

5 3 ⲡⲩⲣⲅ̣[ⲟⲥ ϫⲉⲟⲩ]ⲡⲉ, ⲙ[ⲛ]ϯⲡⲉⲧⲣⲁ ⲙ̅ⲛ̅ϯⲡⲩⲗⲏ ⲙ̅ⲛ̅ⲛ̅ⲧⲟⲩⲉⲓⲏ ⲙ̅ⲛ̅ⲙ̅ⲡⲁⲣⲑⲉⲛⲟⲥ ⲙ̅ⲛ̅ⲛⲉϊⲱⲛⲉ ⲉⲛⲧⲁⲩⲉⲓ̈ ⲉϩⲣⲁ̈ⲓ ϩ̅ⲙ̅ⲡⲛⲟⲩⲛ, ⲛⲉⲧⲉⲙ̅ⲡⲟⲩⲕⲉϩⲕⲱϩⲟⲩ, ⲁⲗⲗⲁ ⲛ̅ⲧⲁⲩⲃⲱⲕ ⲛ̅ⲧⲉⲩϩⲉ

Lücke von etwa 20 Zeilen.

5 [. . . . ϣ]ⲟⲩⲉⲓⲧ, [ⲕ]ⲛⲁⲉ̣[ⲓ]ⲙ̣ⲉ ⲉϩⲱⲃ ⲛⲓⲙ. ⲙ̅ⲛ̅ⲛ̅ⲥⲁϩⲉⲛⲕⲟⲩ̈ⲓ ⲛ̅ϩⲟⲟⲩ ⲧ̅ⲛ̅ⲛⲏⲩ ⲉⲡⲉϊⲙⲁ ⲛ̅ⲧ̅ⲛ̅ⲉⲓⲙⲉ ⲉⲡⲕⲉϣⲱϫ̅ⲡ̅ ⲉⲧⲛⲁϣⲱⲡⲉ ⲙ̅ⲡ̅ⲡⲩⲣⲅⲟⲥ, ⲁⲩⲱ ⲕⲛⲁⲉⲓⲙⲉ ⲉⲙⲡⲁⲣⲁⲃⲟⲗⲏ

Lücke von etwa 20 Zeilen.

7 [ⲛ̅ⲙ̅ⲡⲁⲣ]ⲑ̣ⲉⲛⲟ[ⲥ ϫⲉⲛⲧ]ⲁⲡϫⲟⲉ̣[ⲓⲥ ⲙ̅ⲡ̅]ⲡⲩⲣⲅⲟ̣[ⲥ ⲉⲓ]. ⲛ̅ⲧⲟⲟ̣ⲩ [ⲇⲉ ⲡⲉϫ]ⲁ̣ⲩ ϫⲉϥⲛ[ⲏⲩ] ⲉ̣ⲙⲟⲩϣ̅ⲧ̅ [ⲙ̅]ⲡⲕⲱⲧ.

6 1 1 ⲁⲩ[ⲱ] ⲉⲓⲥ ϩⲏⲏⲧⲉ [ⲙ̅ⲛ̅]ⲛ̅ⲥⲁⲟⲩⲁⲡⲣ̣[ⲏ]ⲧⲉ ⲁⲓ̈ⲛⲁⲩ ⲉ[ϩⲉ]ⲛⲙ̅ⲗⲁϩ ⲛ̅[ϩⲁϩ]

Lücke von etwa 20 Zeilen.

5 3 [des] Thurm[es] (πύργος), [wer er] sei, und den Felsen (πέτρα) und das Thor (πύλη) und die Berge und die Jungfrauen (παρθένος) und diese Steine, die aus der Unterwelt (Nūn) heraufgekommen sind, die nicht behauen wurden, sondern (ἀλλά) in ihrer Weise gegangen sind

Lücke von etwa 20 Zeilen.

5 [. . .] leer, wirst du Alles erfahren. Nach wenigen Tagen kommen wir hierher und erfahren auch das Übrige, das dem Thurme (πύργος) geschehen wird; und du wirst verstehen die Gleichnisse (παραβολή)

Lücke von etwa 20 Zeilen.

7 [die] Jungfrauen (παρθένος), [ob] der Herr [des] Thurm[es] (πύργος) [gekommen sei]. Sie [aber (δέ) sprach]en: Er kommt, um den Bau zu besuchen.

6 1 1 Und siehe, nach einer Weile sah ich Schaaren von [vielen]

Über Beziehungen zwischen dem Reflexionsvermögen der Metalle und ihrem elektrischen Leitvermögen.

Von Prof. E. Hagen und Prof. H. Rubens
in Charlottenburg.

(Mittheilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt. Vorgelegt von Hrn. Kohlrausch.)

Die Maxwell'sche elektromagnetische Theorie des Lichtes, welche in ihrer ursprünglichen Gestalt die molecularen Eigenschwingungen der Körper unberücksichtigt lässt und somit die Optik einer einzigen Wellenlänge darstellt, fordert, dass bezüglich der Durchsichtigkeit der Metalle analoge Beziehungen bestehen müssen, wie zwischen ihrem elektrischen Leitvermögen. Diese Beziehungen sind mehrfach geprüft worden[1], haben sich aber in keiner Weise bestätigt, weder in Hinsicht auf den absoluten Betrag der Durchsichtigkeit, noch bezüglich der Reihenfolge, in welche sich die Metalle nach ihrer Durchsichtigkeit ordnen lassen und welche zugleich die Reihenfolge ihrer specifischen Widerstände sein müsste.

In einer früheren Arbeit[2] haben wir nun gezeigt, dass einige dieser Widersprüche sich zu lösen beginnen, wenn man nicht das ultraviolette oder sichtbare Spectrum in den Bereich der Untersuchung zieht, sondern zu grösseren Wellenlängen fortschreitet. Wir fanden, dass Platin, welches im sichtbaren und ultravioletten Spectralgebiet sehr viel undurchlässiger ist als Gold und Silber, im Ultrarothen diese Metalle an Durchlässigkeit übertrifft. Dasselbe gilt in noch höherem Maasse vom Wismuth, wie wir uns neuerdings überzeugt haben. Ein etwa 90 $\mu\mu$ dicker Wismuth-Spiegel, welcher im Roth kaum $\frac{1}{1000}$ hindurchlässt, besitzt nämlich bereits bei $\lambda = 4\mu$ eine Durchlässigkeit von 10 Procent. Es war hiernach nicht unwahrscheinlich, dass man beim Übergang auf grössere Wellenlängen zu Werthen für die Durchlässig-

[1] Vergl. u. a. W. Wien, Wied. Ann. 35, S. 48, 1888.
[2] E. Hagen und H. Rubens, Ann. der Physik 8, S. 432. 1902.

keit der Metalle gelangt, die mit der Maxwell'schen Theorie im Einklang sind. Es würde dies, die Richtigkeit jener Theorie vorausgesetzt, besagen, dass der Einfluss der molecularen Eigenschwingungen der verschiedenen Metalle im Ultraroth mit wachsender Wellenlänge allmählich verschwindet.

Ganz ähnliche Beziehungen, wie sie die Maxwell'sche Theorie für die Durchlässigkeit der Metalle verlangt, lassen sich für die Intensität der in die Metalle eindringenden Strahlung und in Folge davon auch für das Reflexionsvermögen voraussehen. Es ist nämlich — und darin stimmen die metalloptischen Theorien sämmtlich überein — das Reflexionsvermögen R bei normaler Incidenz nur von dem Brechungsindex und dem Extinctionscoefficienten g abhängig. Der Einfluss des letzteren auf das Reflexionsvermögen muss also im Gebiete langer Wellen deutlich hervortreten. Der Extinctionscoefficient g aber ist der Absorptionsconstante a proportional, und diese Grösse ist es, welche mit dem elektrischen Leitvermögen der Metalle gemäss der Maxwell'schen Theorie in directe Beziehung tritt.

Für die Prüfung der Theorie boten sich demnach zwei Wege, erstens die Untersuchung der Durchlässigkeit und zweitens die der Reflexion der Metalle für Strahlen grosser Wellenlänge. Von beiden ist die Bestimmung des Reflexionsvermögens der Metalle im Gebiet langer Wellen leichter ausführbar als die Messung der Durchlässigkeit. Zu Untersuchungen der letzteren Art sind nämlich erstens erheblich grössere Strahlungsintensitäten erforderlich. Zweitens existiren in dem in Betracht kommenden Spectralgebiet keine für Wärmestrahlen hinreichend durchsichtigen Körper, welche man als Träger für die dünnen zu untersuchenden Metallschichten verwenden könnte.[1] Endlich ist man bezüglich der Zahl der für die Untersuchung der Durchlässigkeit verwendbaren Metalle wesentlich grösseren Beschränkungen unterworfen als bei Messung des Reflexionsvermögens, da man viel leichter gut reflectirende Spiegel als gleichmässig dicke, noch merklich durchlässige Metallschichten herstellen kann.

Messungen des Reflexionsvermögens der Metalle sind im ultrarothen Spectrum bereits mehrfach vorgenommen worden.

Ausser der Arbeit des Einen[2] von uns, in welcher derselbe auf Grund seiner Beobachtungen bereits den Schluss ziehen konnte, dass das Reflexionsvermögen der guten Leiter für Wärme und Elektricität (Silber, Kupfer, Gold) im ultrarothen Spectrum grösser ist als das-

[1] Steinsalz, Sylvin und Chlorsilber, welche hinreichend durchsichtig sind, eignen sich aus chemischen Gründen nicht als Träger der Metallschichten. Glimmer absorbirt schon jenseits 7 μ sehr stark.

[2] H. Rubens, Wied. Ann. 37, S. 249, 1889.

jenige der übrigen Metalle, ist die Arbeit von A. Trowbridge[1] sowie unsere eigene neuere Untersuchung[2] zu nennen. An der Hand der Resultate dieser Arbeiten liess sich indess noch kein einwandfreier Vergleich mit der Maxwell'schen Theorie geben, weil das Material und die Oberflächenbeschaffenheit der verwendeten Spiegel bei den älteren Untersuchungen zu unvollkommen war und sich unsere eigenen Messungen bisher nur auf Wellenlängen bis 1.5 μ erstreckten.

Beobachtungsmethode.

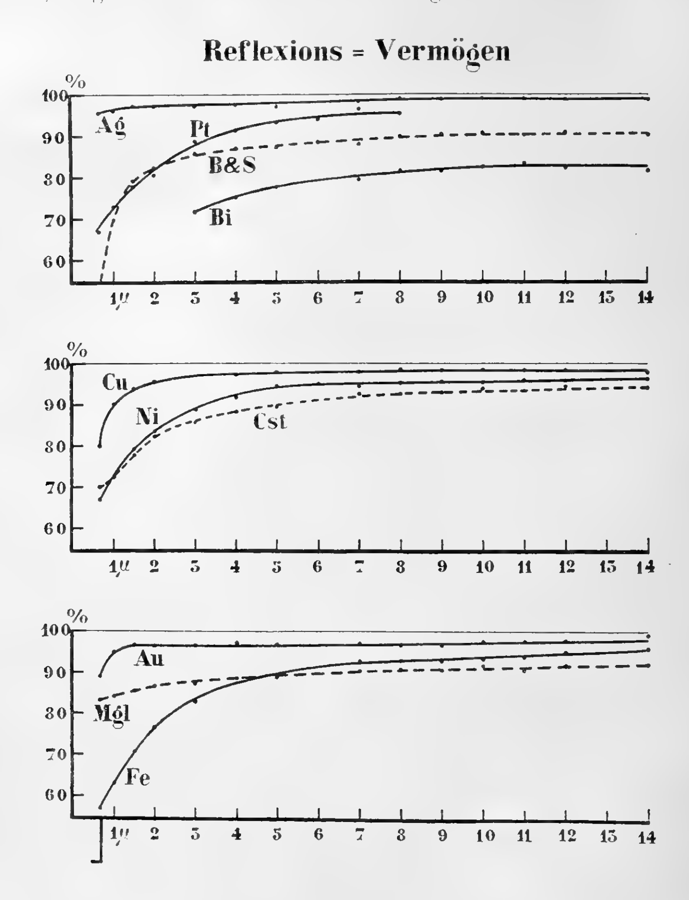
Die von uns zur Bestimmung des Reflexionsvermögens für Wellen bis 14 μ angewandte Beobachtungsmethode ist im Princip dieselbe wie die, welche wir schon bei Gelegenheit unserer früheren Messungen benutzt haben. Abweichungen ihr gegenüber fanden nur in folgenden Punkten statt. Erstens wurden sämmtliche Linsen durch versilberte Hohlspiegel ersetzt. Zweitens verwendeten wir an Stelle des Quarzprismas des Spectrometers in dem Spectralgebiet 1—8 μ ein Flussspath- und für 8—14 μ ein Sylvinprisma. Ausserdem hatten wir die Versuchsanordnung durch eine geeignete Justiervorrichtung dadurch vervollkommnet, dass die Methode ohne Weiteres absolute Werthe des Reflexionsvermögens giebt, während wir früher nur relative Werthe erhielten, die durch Multiplication mit einem jedesmal besonders zu bestimmenden Reductionsfactor in absolute Werthe verwandelt werden mussten. Die Messungen wurden im Allgemeinen an 14 Stellen des ultrarothen Spectrums vorgenommen, welche mit einer Ausnahme so gewählt waren, dass die Absorption von Wasserdampf und Kohlensäure die Resultate nicht beeinflussen konnte. Nur bei $\lambda = 7\,\mu$ war wegen der Wasserdampfabsorption eine Correction anzubringen, welche bei mittlerer Luftfeuchtigkeit 3.1 Procent betrug.

Metallspiegel.

Sämmtliche Metalle kamen in Form von Hohlspiegeln von 30^{cm} Radius und 4^{cm} Öffnung zur Verwendung. Die Spiegel waren, soweit es sich um massive Stücke handelt, meist in der optischen Werkstatt von Zeiss geschliffen und polirt, die chemisch auf Hohlgläsern niedergeschlagenen Metallspiegel waren von verschiedenen Firmen hergestellt; die durch Kathodenzerstäubung entstandenen Metallschichten hatten

[1] A. Trowbridge, Wied. Ann. 65, S. 595, 1898.
[2] E. Hagen und H. Rubens, Ann. der Physik, 8 S. 1, 1902.

wir selbst mit Hülfe der Boas'schen Anordnung[1] angefertigt. Sämmtliche Hohlspiegel, mit Ausnahme des Spiegels aus gegossenem Wismuth, zeigten tadellose Oberflächen und gaben vortreffliche Bilder.



Resultate der Beobachtung.

Die Ergebnisse unserer Messungen sind für eine Reihe der untersuchten Spiegel in den Curven der obenstehenden Figur graphisch dargestellt. Die Zeichnungen lassen erkennen, dass das Reflexions-

[1] H. Boas, D. R. P. 85435 vom 6. Februar 1895.

vermögen, welches im ultravioletten und sichtbaren[1] Gebiet bekanntlich sehr erheblichen Schwankungen unterworfen ist, im Ultraroth bei sämmtlichen Metallen und Legirungen einen sehr einfachen Verlauf zeigt. In allen Fällen nähert sich die Curve asymptotisch der Geraden $R = 100$ Procent. Vergleicht man ferner die Werthe des Reflexionsvermögens für die verschiedenen Metalle im Gebiet grösserer Wellenlängen (jenseits 8μ), so zeigt es sich, dass sich die Metalle bezüglich ihres Reflexionsvermögens überall in der gleichen Reihenfolge ordnen. Noch deutlicher tritt diese Gesetzmässigkeit hervor, wenn man nicht die Grösse R, sondern den Procentsatz der eindringenden Intensität $(100 - R)$ in's Auge fasst. Diese Grösse nimmt zwar mit wachsender Wellenlänge ständig ab, aber von etwa 8μ an für alle Metalle nahezu in demselben Verhältniss, so dass es hier wenig in Betracht kommt, an welcher Stelle dieses Spectralgebietes der Vergleich der Werthe vorgenommen wird. Wir haben dazu für die nachstehende Tabelle 1 die Wellenlänge 12μ gewählt, da hier noch so viel Energie vorhanden war, dass die Beobachtungsfehler an dieser Stelle des Spectrums sicherlich kleiner sind als 1 Procent und da die Wasserdampfabsorption hier besonders gering ist.[2]

Die Tabelle enthält eine Zusammenstellung des Reflexionsvermögens sämmtlicher von uns untersuchten Metalle und Legirungen für die Wellenlänge 12μ. Nur die Ergebnisse der durch Kathodenzerstäubung hergestellten Spiegel haben wir darin nicht mit aufgeführt. Die letzteren reflectiren sämmtlich etwas weniger als die übrigen Metallmodificationen. Dieser Unterschied ist beim Silber kaum merklich, er beträgt bei dem Gold etwa 1 Procent, bei dem Platin angenähert 3 Procent. Wir lassen es dahingestellt, ob diese Differenzen von einer abweichenden Molecularstructur der zerstäubten Schichten oder von geringen Verunreinigungen der Metalle, etwa durch Oxyde, herrühren.

Ausser den Grössen R und $(100 - R)$ enthält die Tabelle[3] noch die elektrischen Leitvermögen[4] $\varkappa$ sowie die Quadratwurzeln hieraus, endlich die Producte $(100 - R) \cdot \sqrt{\varkappa}$. Man erkennt, dass dieses Product für alle Metalle angenähert denselben Werth hat, d. h. die eindringenden Intensitäten im Gebiet langer Wellen verhalten

---

[1] Das sichtbare Gebiet (0.45 bis 0.70 μ) ist durch den schmalen Doppelstreifen links unten in der Figur dargestellt.

[2] Vergl. H. Rubens und E. Aschkinass, Wied. Ann. 64, S. 598, 1898.

[3] R ist in Procenten der auffallenden Strahlung angegeben.

[4] W. Jäger und H. Diesselhorst, Wiss. Abh. d. Phys.-Techn. Reichsanstalt, Bd. III, S. 269, 1900.

sich umgekehrt wie die Wurzeln aus dem elektrischen Leitvermögen:

$$(100 - R)\sqrt{\varkappa} = \text{const.} \qquad (1)$$

Tabelle 1.

Metall	R in Procent für $\lambda = 12\mu$	R im Mittel	$100 - R$	$\varkappa$ bei 18°	$\sqrt{\varkappa}$	$(100 - R)\sqrt{\varkappa}$
Silber, massiv, rein » , chem. niedergeschl.	98.9 98.8	98.85	1.15	61.4	7.85	9.03
Kupfer, massiv, rein	98.4	98.4	1.6	57.2	7.56	12.1
Gold, elektrolytisch , chem. niedergeschl.	97.8 97.9	97.85	2.15	41.3	6.43	13.8
Platin, elektrolytisch	96.5	96.5	3.5	9.24	3.04	10.6
Nickel, massiv, rein » , elektrolytisch	95.7 96.1	95.9	4.1	8.5	2.92	12.0
Stahl, ungehärtet	95.1	95.1	4.9	5.02	2.24	11.0
Wismuth, massiv, rein	82.2	82.2	17.8	0.84	0.916	(16.3)
Constantan 60 Cu 40 Ni Patentnickel M 75 Cu 25 Ni » P 80 Cu 20 Ni	94.0 94.3 93.0	94.0 94.3 93.0	6.0 5.7 7.0	2.04 3.81 2.94	1.43 1.95 1.715	8.6 11.1 12.0
Magnalium 70 Al 30 Mg	92.5	92.5	7.5	4.43	2.10	(15.7)
Brandes und Schönemann'sche Legirung 41 Cu 26 Ni 24 Sn 8 Fe 1 Sb	90.9	90.9	9.1	1.48	1.22	11.1

Die in der letzten Spalte der Tabelle 1 für Wismuth und Magnalium angegebenen Werthe sind eingeklammert, da sie mit einer erheblich grösseren Unsicherheit behaftet sind als die übrigen, im Mittel **11.1** ergebenden Zahlen. Bei dem Wismuth findet die Abweichung ihre Erklärung in der Mangelhaftigkeit der Form und Politur der zu den Versuchen hergestellten Wismuthspiegel.[1] Dadurch war bedingt, dass der massive Wismuthspiegel nur zur Ermittelung des Verlaufs der Curve des Reflexionsvermögens benutzt, die absoluten Werthe des letzteren aber durch Zuhülfenahme von Spiegeln, die durch Kathodenzerstäubung hergestellt waren, ermittelt werden mussten. Letztere be-

[1] Gegossenes Wismuth lässt sich in Folge seiner krystallinischen Structur und der voraussichtlich hierdurch bedingten ungleichmässigen Härte der Oberfläche nur sehr schlecht schleifen und poliren.

sassen eine gute sphärische Form, aber waren weder ganz oxydfrei noch auch dick genug zu erhalten, so dass sie nothwendigerweise zu kleine Reflexionsvermögen lieferten. Bei dem Magnalium hinwiederum dürfte der Grund der Abweichung des für $(100-R)$ gefundenen Werthes darin zu suchen sein, dass das Material, aus dem der Spiegel und der Stab zur Ermittelung des Leitvermögens[1] hergestellt waren, verschiedenen Schmelzen entstammen und der für den Spiegel benutzte Guss nicht ganz oxydfrei zu sein scheint. In Folge davon ist die für das Leitvermögen des Magnaliums erhaltene Zahl 4.43 hier nicht mit Zuverlässigkeit anwendbar. Aus den für beide Metalle angegebenen Gründen mussten die Werthe für $(1-R)$ zu gross ausfallen.

Vergleich mit der Theorie.

Hr. M. Planck, dem wir von der experimentell aufgefundenen Gesetzmässigkeit Mittheilung machten, hat es in dankenswerther Weise versucht, ob sich eine einfache Beziehung zwischen dem Reflexionsvermögen und dem elektrischen Leitvermögen aus der Maxwell'schen Theorie ableiten liesse. Er ist unter der vereinfachenden Annahme, dass die Eigenschwingung der Moleküle für das untersuchte Strahlengebiet nicht mehr von Einfluss ist, dass also das Metall nicht selectiv, sondern nur durch gewöhnliche galvanische Leitung absorbirt zu der Beziehung gelangt:

$$R_1 = 1-2\sqrt{w \cdot n}, \qquad (2)$$

worin R_1 das Reflexionsvermögen, w den Ohm'schen Widerstand des Metalles in absolutem elektrostatischen Maass und n die Schwingungszahl der Strahlengattung in 1 Secunde bedeutet. Die Formel gilt nur für hinreichend kleine w, so zwar, dass $w \cdot n$ gegen 1 verschwindet, eine Bedingung, die hier stets mit genügender Annäherung erfüllt ist. Aus Gleichung (2) folgt als Ausdruck für die Intensität der eindringenden Strahlung (»Eindringungs«-Coefficient):

$$(1-R_1) = 2\sqrt{w \cdot n}.$$

Rechnet man, indem man gleichzeitig auf das elektromagnetische Maasssystem übergeht, hieraus unserer Bezeichnung entsprechend[2] den Werth von:

$$(100-R)\sqrt{\varkappa}$$

[1] Die elektrischen Leitvermögen des Magnaliums, der beiden Patentnickelsorten und der Brandes und Schünemann'schen Legirung haben die HH. Jaeger und Diesselhorst freundlicherweise für uns bestimmt.

[2] R_1 bezieht sich auf die einfallende Strahlungsintensität $= 1$, so dass $100 R_1 = R$.

aus, indem man $n = 2.5 \cdot 10^{13}$ einsetzt, so gelangt man zu der Zahl

$$10.2,$$

welche mit dem von uns experimentell auf S. 274 gefundenen Werth genauer übereinstimmt, als man es hätte erwarten und hoffen dürfen.

Eine Controle gleicher Art für die Übereinstimmung des Experiments und der Theorie geht aus nachstehender Zusammenstellung hervor. In derselben sind die von uns experimentell gefundenen Werthe von $(100-R)$ neben die aus der Planck'schen Formel lediglich unter Zugrundelegung des elektrischen Leitvermögens und der Schwingungszahl n für $\lambda = 12\,\mu$ errechneten Werthe gesetzt. Die letzteren haben Gültigkeit unter der Annahme, dass in dem bezeichneten Wellenlängengebiet die Vernachlässigung der selectiven Absorption berechtigt ist.

Abgesehen von den für Wismuth und Magnalium angegebenen Werthen ist die Übereinstimmung eine gute, im Besonderen, wenn man berücksichtigt, dass die nach der Planck'schen Formel ausgerechneten Zahlen absolute Werthe sind und keinen willkürlich gewählten Proportionalitätsfactor enthalten.

Tabelle 2.

	$(100-R)$	
	beob.	ber.
Ag	1.15	1.3
Cu	1.6	1.4
Au	2.1	1.6
Pt	3.5	3.4
Ni	4.1	3.5
Fe (Stahl)	4.9	4.6
Bi	(17.8)	11.2
Constantan	6.0	7.1
Patentnickel M	5.7	5.2
Patentnickel P	7.0	6.0
Magnalium	(7.5)	4.9
Brandes u. Schünemann	9.1	8.4

Schlussfolgerungen.

Die im Vorstehenden dargelegten Thatsachen bilden eine wichtige Bestätigung der Maxwell'schen Theorie, und zwar auf einem Gebiet, auf welchem bisher kein Zusammenhang zwischen den beobachteten Thatsachen und den Forderungen dieser Theorie zu erkennen war.[1]

Ferner ist es von Interesse, dass bereits bei einer Wellenlänge von $12\,\mu$ die molecularen Eigenschwingungen der Metalle ihr optisches Verhalten nicht mehr wesentlich beeinflussen.

[1] Vergl. E. Cohn, Wied. Ann. 45, S. 55, 1892.

Endlich kann aus unseren Versuchsergebnissen der Schluss gezogen werden, dass bei einer Schwingungszahl $n = 2.5 \cdot 10^{13}$ pro Secunde der Magnetismus von Eisen und Nickel noch nicht zu folgen vermag, da anderenfalls das Reflexionsvermögen dieser Metalle erheblich kleiner hätte ausfallen müssen, als es sich nach der Planck-schen Formel aus dem einfachen Ohm'schen Widerstand für stationären Strom berechnet.[2]

---

[2] Nach den Versuchen von Hrn. V. Bjerknes, Wied. Ann. 47, S. 69, 1892 zeigt sich der Magnetismus der ferromagnetischen Metalle bei einer Schwingungszahl von der Ordnung 10^8 pro Secunde bereits sehr stark.

Über die optischen Eigenschaften der Metalle für lange Wellen.

Von Max Planck.

Die auffallend einfachen Gesetzmässigkeiten, welche die HH. E. Hagen und H. Rubens[1] bei ihren umfassenden Versuchen über die Reflexion von Metalloberflächen für längere Wellen gefunden haben, und deren vorläufige, mir im Gespräch gemachte freundliche Mittheilung durch Hrn. H. Rubens, veranlassten mich, die optischen Eigenschaften eines Metalls, insbesondere das Reflexionsvermögen und den Extinctionscoefficienten, aus der Maxwell'schen Theorie unter der einfachen Annahme herzuleiten, dass selective, auf Eigenschwingungen der Molecüle beruhende Vorgänge hierbei überhaupt nicht in Betracht kommen, sondern dass für das gesammte optische Verhalten des Metalls ganz allein seine Leitungsfähigkeit für stationäre galvanische Ströme maassgebend ist. Diese Berechnung, deren Resultate allem Anschein nach mit den Messungen in guter Übereinstimmung sind, und daher eine neue, wichtige Bestätigung der elektromagnetischen Lichttheorie liefern, theile ich im Folgenden mit, da ich die betreffenden Formeln in der vorliegenden Metalloptik nicht gefunden habe. Indessen ist es mir nicht unwahrscheinlich, dass dieselben doch schon sich irgendwo entwickelt vorfinden.

Für den Fall einer ebenen geradlinig polarisirten Lichtwelle in einem Metall, welches keine sogenannten dielektrischen Eigenschaften besitzt und die Schwingungen nur durch gewöhnliche galvanische Leitung absorbirt, gelten die Maxwell-Hertz'schen Gleichungen:

$$\frac{\partial E}{\partial t} = c\frac{\partial H}{\partial x} - 4\pi\lambda E$$

$$\frac{\partial H}{\partial t} = c\frac{\partial E}{\partial x}.$$

Hierbei bedeuten E und H die elektrische und magnetische Feldintensität, c die Lichtgeschwindigkeit im Vacuum, und λ die galvanische Leitungsfähigkeit des Metalls im absoluten elektrostatischen Maass.

[1] Diese Berichte, Sitzung vom 5. März 1903.

Daraus folgt:

$$\frac{\partial^2 E}{\partial t^2} = c^2 \frac{\partial^2 E}{\partial x^2} - 4\pi\lambda \cdot \frac{\partial E}{\partial t}.$$

Diese Gleichung wird befriedigt durch die gleichmässig gedämpfte Welle:

$$E = A \cdot e^{ni(t - \frac{p}{c}x)},$$

wenn die Beziehung erfüllt ist:

$$ni(1 + p^2) + 4\pi\lambda = 0.$$

n ist die Zahl der Schwingungen in 2π Secunden, ferner:

$$p = \varkappa + i\nu:$$

ν ist das Verhältniss der Wellenlänge im Vacuum zur Wellenlänge im Metall, $\varkappa$ ist der Extinctionscoefficient, entsprechend dem Satze, dass die Intensität eines im Metall fortschreitenden Lichtstrahls nach Zurücklegung einer auf das Vacuum bezogenen Wellenlänge auf den Bruchtheil $e^{-4\pi\varkappa}$ des Anfangswerthes herabsinkt.

Die Substitution des Werthes von p ergibt, mit Trennung des Reellen vom Imaginären:

$$-2\varkappa\nu n + 4\pi\lambda = 0$$

und:

$$1 + \varkappa^2 - \nu^2 = 0.$$

Führt man noch statt n die Zeit τ einer Lichtschwingung ein:

$$\tau = \frac{2\pi}{n},$$

so ergeben sich hieraus die Werthe:

$$\varkappa^2 = \tfrac{1}{2}(\sqrt{4\lambda^2\tau^2 + 1} + 1).$$
$$\nu^2 = \tfrac{1}{2}(\sqrt{4\lambda^2\tau^2 + 1} - 1).$$

Hierdurch ist das gesammte optische Verhalten des Metalls charakterisirt.

Der Reflexionscoefficient für die an Vacuum grenzende Oberfläche des Metalls bei normaler Incidenz ergibt sich bekanntlich unmittelbar aus den Grenzbedingungen von der Grösse:

$$R = \frac{(\nu - 1)^2 + \varkappa^2}{(\nu + 1)^2 + \varkappa^2}.$$

Daraus folgt, mit Benutzung der berechneten Werthe:

$$R = \frac{\sqrt{4\lambda^2\tau^2 + 1} + 1 - \sqrt{2(\sqrt{4\lambda^2\tau^2 + 1} - 1)}}{\sqrt{4\lambda^2\tau^2 + 1} + 1 + \sqrt{2(\sqrt{4\lambda^2\tau^2 + 1} - 1)}}.$$

Für hinreichend lange Wellen, d. h. für hinreichend grosse Werthe von τ kann 1 gegen $4\lambda^2\tau^2$ vernachlässigt werden, und man erhält in erster Annäherung:

$$\varkappa = \nu = \sqrt{\lambda\tau}$$

und für den Reflexionscoefficienten:

$$R = 1 - \frac{2}{\sqrt{\lambda\tau}}.$$

Diese Formel wird durch die Messungen bestätigt.

Die Entwickelungsgeschichte der Dünen an der Westküste von Schleswig.

Von Prof. Dr. J. Reinke
in Kiel.

(Vorgelegt von Hrn. Engler am 26. Februar [s. oben S. 227].)

Die Dünenbildungen an der Schleswigschen Nordseeküste vertheilen sich auf vier durch das Meer von einander getrennte Stellen: die Inseln Röm, Sylt und Amrum sowie die Halbinsel Eiderstedt. In jedem dieser Territorien nimmt das Dünengebiet die westliche, dem Meer zugekehrte Seite ein; alle vier Dünengebiete zusammen liegen auf einem Kreisbogen, dessen Sehne von der Nordspitze Röms zur Südspitze von Eiderstedt verläuft. Hierdurch kommt eine gewisse Einheitlichkeit in die geographische Combination jener Dünengebiete, die erdgeschichtlich dadurch begründet erscheint, dass dieses ganze Küstenland einst durch das Hereinbrechen der Meeresfluthen zertrümmert wurde, und dass seine Configuration in der Gegenwart nur Reste einer einst zusammenhängenden Landschaft darstellt, allerdings Reste, die stellenweise wieder in lebhaftem Anwachsen begriffen sind.

Die Erdgeschichte zeigt ferner, dass die Zerstörungen des Meeres nicht bloss Alluvialablagerungen betroffen haben, sondern in weiter Ausdehnung auch Diluvium (Glacialablagerungen) und die zum Miocän gerechnete tertiäre Grundlage beider Formationen, die in den Kliffen von Sylt heute noch inselartig zu Tage tritt. Das fein zerriebene Material dieser drei geologischen Formationen wird heute wieder aus dem Meere zum Aufbau von Land ausgeschieden. Es scheinen dabei besonders die einst mächtigen Lager des miocänen Kaolinsandes in Betracht zu kommen, deren thonige Feinerde, durch den Schlämmungsprocess der Wasserbewegung vom Sande geschieden, in den Alluvien neu gebildeten Marschlandes zum Absatz gelangt, während der tertiäre Sand, wenn nicht ausschliesslich, so doch überwiegend das Material der Dünen geliefert hat; die, obwohl unmittelbar äolische Gebilde, mittelbar doch dem Alluvium beizuzählen sind, da der Sand, aus dem

sie sich aufbauten, aus dem Meere stammt und von diesem an die Küsten geworfen wurde.

In Bezug auf das System seiner Dünen nimmt Sylt unter den vier Inseln eine Sonderstellung ein — wenn es der Vereinfachung wegen einmal gestattet sein mag, den Westen von Eiderstedt eine durch Marschwiesen mit dem Festlande verbundene Düneninsel zu nennen. Denn auf Sylt giebt es ausschliesslich alte Dünen, die, vor langer Zeit entstanden, jetzt nur die verschiedenen Stufen späterer Umbildung aufweisen: während uns der Strand von Röm, von Amrum und von Eiderstedt neben alten Dünen verschiedener Entwickelungsstufen auch die Neubildung von Dünen, den Aufbau derselben aus den jüngsten Anfängen durch alle Phasen hindurch vor Augen führt.

Diese Verschiedenheit erweist sich abhängig von den Verschiedenheiten des Strandes und des Meeresgrundes. An der Westküste von Sylt fallen die Dünen, sofern sie nicht dem Steilufer des Rothen Kliffs auflagern, scharf ab gegen einen schmalen, zum Meeresspiegel geneigten Sandstrand, der von der Brandungszone seewärts seine Neigung beibehält, so dass die Zweimeter-Tiefenlinie dicht an die Küste herantritt, und die Sechsmeterlinie ihr nahekommt. Auf jener schmalen Strandfläche zwischen Brandung und alter Dünenkette kommt es nicht zur Neubildung von Dünen, und auch L. Meyn, der ausgezeichnete Monograph von Sylt[1], hat sich dahin ausgesprochen, dass die Dünen zu einer Zeit entstanden seien, als die Insel noch weit über ihre jetzige Grenze hinaus nach Westen in's Meer ragte und dort, in sanfter Abdachung zum Wasserspiegel, die Bildung von Dünen ermöglichte, die dann ostwärts den Landrücken hinaufwanderten, auf dem sie sich heute befinden; die auf diese Weise also auch die Höhe des Rothen Kliffs zu erklimmen vermochten, dessen Steilküste durch die landverschlingende Thätigkeit des Meeres entstand. Auf Röm, Amrum und Eiderstedt hingegen liegen die Verhältnisse anders. Hier hat das Meer an der Westseite breite Sandflächen angeschwemmt, so dass nach Ausweis der Seekarte die Zweimeterlinie in weite Ferne rückt. Bis zur Breite von mehr als einem Kilometer liegen jene Sande auch bei gewöhnlicher Fluth trocken und werden nur bei aussergewöhnlichem Hochwasser überschwemmt; bei Ebbe emergiren ausgedehntere Flächen. So liegen vor der Westküste Röms der Haffsand und der Juwrer Sand, an der Küste von Amrum der Kniepsand, an derjenigen Eiderstedts der Hitzsand. Auf diesen Sandfeldern kann man zu jeder Tageszeit umhergehen, doch nicht völlig trockenen Fusses; denn bei Ebbe wie bei Fluth sind sie durchtränkt vom Salzwasser der Nordsee.

[1] L. Meyn, Beschreibung der Insel Sylt und ihrer Umgebung. Berlin 1876.

Jene Sande können kaum sehr alt sein: leider fehlte es mir an Quellen, um daraus Notizen über ihr Alter zu schöpfen. Nur ein Anhaltspunkt ist mir bekannt geworden. Die Insel Röm wird gegen den Haffsand abgegrenzt durch eine 4 bis 5^{m} hohe Dünenkette. Etwas nördlich vom Seebade Lakolk steckt mitten in der Düne und schon völlig von Sand bedeckt das Wrack eines Schiffes, von dem nur noch ein Balkenende aus dem Sande hervorragt. Dieses Schiff soll dort vor etwa 50 Jahren gestrandet sein, es muss also bei Hochwasser an jene Stelle gelangt sein, und die Düne kann erst seitdem ihre jetzige Höhe erreicht haben. Ferner wird auf der 1881 von Meyn herausgegebenen geologischen Karte von Schleswig-Holstein der südliche Theil des Haffsandes noch als Insel gezeichnet, die durch einen Meeresarm von Röm getrennt ist, während von diesem Meeresarm heute nur noch eine Bucht, das Porrenpriel, übrig blieb. Danach hat im Laufe der letzten fünfzig Jahre die Sandfläche vor Röm einen fortwährenden Zuwachs erfahren.

Jene nassen, salzreichen Sandfelder an der Westküste von Röm, Amrum und Eiderstedt bilden die Vorbedingung der daselbst in der Gegenwart stattfindenden Neubildung von Dünen.

Diese Vorbedingung ist zunächst eine geologische; damit aber eine Düne entstehen könne, muss eine botanische Vorbedingung hinzukommen. Hiermit gestaltet sich die Bildung und Entwickelung der Dünen zu einem Problem, das zugleich ein geologisches und ein botanisches, und zwar ein pflanzenphysiologisches ist.

Ich betone nochmals, dass nur auf solchen feuchten Sandflächen die Neubildung von Dünen beobachtet wird, und füge hinzu, dass kein Grund zu der Annahme vorliegt, es sei früher anders gewesen, und die alten hohen Dünen Sylts und Amrums seien auf trockenen Sandfeldern entstanden; es spricht nicht ein einziger Grund dagegen, dass sie nicht genau auf dieselbe Weise sich entwickelt haben, die uns heute an jungen Dünen entgegentritt. Damit soll selbstverständlich nicht die Unmöglichkeit der Entstehung von Dünen auf trockenen Sandfeldern behauptet werden, wie ja auch Dünen in vegetationslosen Wüsten im Innern der Continente entstanden sind. Hier aber kommen allein die Verhältnisse an der Westküste Schleswigs in Betracht, und dort sind immer nur nasse Sandflächen der Schauplatz für die Neubildung von Dünen.

Überschreitet man solche Sandflächen, so zieht bei hinreichend scharfem Winde fast immer ein feines Sandgestöber über ihre Oberfläche hin; bald nur handhoch, bald etwas höher, und, wenn der Charakter des Windes danach ist, strichweise emporwirbelnd. Auch wenn der Sand so feucht ist, dass er wenige Millimeter unter der

Oberfläche durch *Ancylistes Reinboldi*[1] blaugrün gefärbt erscheint, wie der Kniepsand vor Amrum, verwandelt sich doch die oberste Schicht der Sandkörner durch Austrocknen fortwährend in Flugsand. Liegt dann auf solcher Sandfläche ein Schneckenhaus, steckt ein Stück Holz, ein ausgeworfener Tangbüschel im Sande, so kann der Flugsand sich davorsetzen und eine Miniaturdüne bilden von der Höhe jenes Gegenstandes. Doch eine solche Düne wächst nicht weiter, und bei der ersten Änderung der Windrichtung wird sie wieder über die Fläche verstäubt.

Damit der Grund zu einer Düne gelegt werde, muss eine Pflanze auf dem Sandfelde auftreten — erst aus dem Zusammenwirken dieser Pflanze mit Sand und Wind entsteht die entwickelungsfähige Anlage einer Düne.

Diese Pflanze ist stets und überall die gleiche Species, ein perennirendes Gras mit kriechendem Rhizom: *Triticum (Agropyrum) junceum.*

Triticum junceum findet sich an unseren gesammten Ost- und Nordseeküsten, fehlt aber dem Binnenlande. Es ist ein echter Halophyt, der am üppigsten auf reinem Sandboden, doch auch noch zwischen Kies und selbst an thonhaltigen Stellen gedeiht, wofern sie salzhaltig sind. Aus den unterirdischen Rhizomen treten zahlreiche assimilirende Sprosse an die Oberfläche, deren Blätter für gewöhnlich flach und nur bei Trockenheit eingerollt sind. Neben diesen blättertragenden Sprossen entwickeln sich blühende Halme[2], die einige bemerkenswerthe Eigenschaften besitzen. Sie sind nicht hohl wie die Halme des nahe verwandten *Triticum repens*, sondern mit Parenchym erfüllt: nicht selten verläuft ein Leitbündel genau in der Achse. Ausserdem sind die Halme von *Triticum junceum* nicht knickbar, sondern wenn man sie biegt, zerbrechen sie wie sprödes Glas, obgleich sie Sklerenchymfasern enthalten. Zerbrechlich ist auch die Spindel der Ähre, und zur Zeit der Fruchtreife zerfällt sie leicht in ihre einzelnen Glieder, während die Spelzen mit den eingeschlossenen Früchten daran haften bleiben: ein eigenartiges Verbreitungsmittel für den Wind. Die eigenthümliche Succulenz der Stengelinternodien theilt *Triticum junceum* mit zahlreichen anderen Halophyten.

Die vom Winde über die feuchte Sandfläche verstreuten, in den Spelzen sitzenden Früchte keimen, wofern sie von Sand bedeckt werden, und man findet nicht selten Keimpflanzen, an denen noch Spelzen und

[1] Eine an den Küsten der Ost- und Nordsee verbreitete Alge, die nur unter Sandbedeckung vegetirt.

[2] Genaueres über die Sprossfolge von *Triticum junceum* findet sich bei Warming, De psammophile Formationer i Danmark (Vidensk. Meddel. 1891) S. 161.

Spindelstück haften. Solche Keimpflanze bildet zunächst einen einzigen Laubspross; sobald die Ausläufer entstanden, brechen aus ihnen neue Laubsprosse in ziemlich regelmässigen Abständen hervor; dadurch entsteht ein kleiner lockerer Horst, an dessen Zusammensetzung natürlich auch mehrere Keimpflanzen Antheil haben können. Blüthensprosse werden erst von mehrjährigen Pflanzen gebildet.

In solchem Horst von *Triticum junceum* fängt sich der vom Winde niedrig über den Boden hingeblasene Flugsand: er fällt innerhalb des Horstes nieder und bildet einen kleinen Sandhaufen, der die *Triticum*-Sprosse mehr weniger verschüttet. Allein durch Nachwachsen gelangen diese bald wieder an die Oberfläche des Sandes, und damit ist der Anfang für die erste Entwickelungsphase einer Düne, die ich kurz *Triticum*-Düne nennen will, gegeben.

Von nun an wächst durch die fortkriechenden Rhizome der *Triticum*-Horst an Umfang, und durch weitere Sandzufuhr wächst die Dünenanlage nach und nach in die Höhe. Scharfe Winde blasen einen Theil des zugewehten Sandes zwischen den *Triticum*-Sprossen wieder heraus, er fällt dann auf der Schutzseite (Leeseite) der Düne als kleine Flugsandhalde nieder. Da auf den Sandfeldern der Nordseeküste die Westwinde vorherrschen, macht diese herrschende Windrichtung an den kleinen Dünenanlagen insofern modellirend sich geltend, als dieselben meistens eine von unten auf bewachsene, langsam ansteigende Windseite und eine steiler abfallende, aus reinem Sande bestehende Leeseite aufweisen.

Derartige Dünen können, nur von *Triticum* bewachsen, von *Triticum*-Rhizomen durchzogen und dadurch befestigt, im Laufe der Jahre sich bis zu einer Höhe von mehreren Metern erheben. Ältere *Triticum*-Dünen findet man im Spätsommer mit blühenden Halmen bedeckt.

Fig. 1 ist die photographische Aufnahme der Grasnarbe eines solchen mit *Triticum junceum* bewachsenen Sandhügels vom Strande der Insel Röm. Das Bild giebt eine Vorstellung von dem lockeren Zusammenschluss der Sprosse, überall schaut der weisse Sand hindurch: dies ist charakteristisch für die *Triticum*-Düne. Die fruchtenden Halme sind auf der Abbildung leicht kenntlich an ihrer helleren Farbe.

Reine *Triticum*-Dünen können bis zur Höhe von 2—3^{m} heranwachsen, doch sind solche Dimensionen schon selten. Ein weiteres Wachsthum in die Höhe hört auf, sobald der Wind soviel Sand von der Düne abbläst, als er hinzuführt; dies tritt bei einer gewissen Höhe ein, weil der Sand an der Oberfläche solcher Dünen um so trockener wird und daher um so mehr im Winde verstäubt, je höher sie sind; in einer ganz jungen, etwa handhohen *Triticum*-Düne, die auf einer nassen Sandfläche aus Flugsand sich aufbaute, ist der Sand der Düne

selbst noch ganz feucht und vom capillar aufsteigenden Grundwasser durchtränkt.

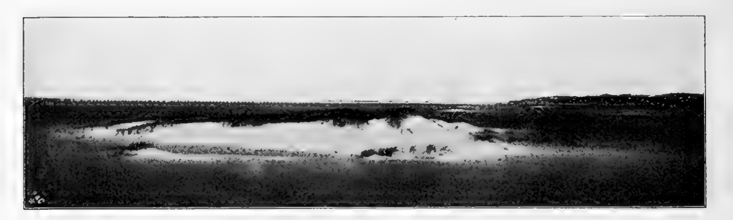
Fig. 2 ist eine etwa $1\frac{1}{2}^{m}$ hohe *Triticum*-Düne vom Kniepsand vor Amrum. Die Düne erhebt sich isolirt aus der nassen Sandfläche; der Sand der Düne selbst, besonders an deren kahler Leeseite, ist viel

Fig. 1.



Abhang einer mit fructificirendem *Triticum junceum* bewachsenen Düne (Röm).

Fig. 2.



Triticum-Düne (Amrum).

trockner, darum heller. Der Unterschied des Neigungswinkels der Windseite und der Leeseite ist erkennbar. Links vor der grossen Düne befindet sich eine ganz kleine Dünenanlage, die auch schon eine bewachsene Windseite und eine kahle Leeseite unterscheiden lässt und auf letzterer einen langen »Sandschatten« gebildet hat, der übrigens auch der grossen Düne nicht fehlt. Am rechten Fuss der letzteren sind noch einige junge *Triticum*-Horste vorhanden.

Als beschränkender Factor für die Höhe der *Triticum*-Dünen kommt auch noch in Betracht, dass *Triticum junceum* Halophyt ist. Bei einer gewissen Höhe und einem gewissen Alter der Dünen ist aber durch Regen das Kochsalz so gut wie völlig ausgewaschen; solchen Sandboden liebt *Triticum* nicht, darum findet man es weder auf hohen älteren Dünen noch auf Flugsand im Binnenlande; auch sehr trockner Sand ist seinem Gedeihen zweifellos ungünstig, während es Überfluthung durch Meerwasser gut verträgt.

Die kleinen *Triticum*-Dünen erscheinen auf den nassen Sandflächen theils einzeln, theils zu mehr weniger dicht stehenden Gruppen oder Ketten vereinigt. In Fig. 3 ist die Aufnahme einer jungen, isolirt

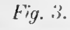
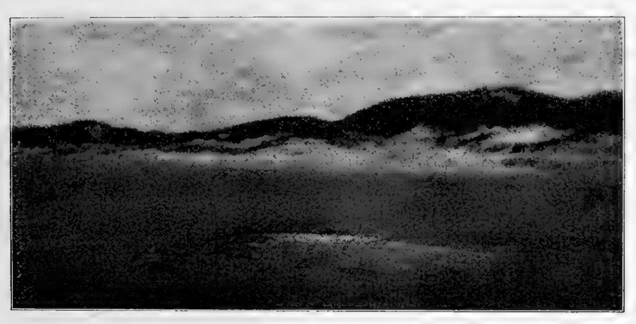


Fig. 3.



Junge *Triticum*-Düne, dahinter die Kette der mit *Psamma* bewachsenen Hochdünen (Amrum).

sich entwickelnden Düne wiedergegeben. Es ist ein noch ganz niedriger Sandhügel, dessen Umriss aber, weil der Sand trockener, sich deutlich von der dunkleren Fläche des feuchten Sandes abhebt; an den *Triticum*-Pflänzchen der Windseite ist Verschüttung durch den Sand erkennbar.

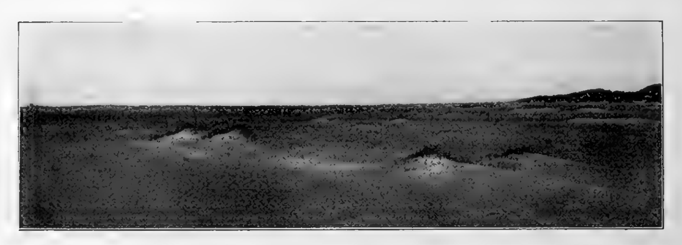
Eine Beobachtung, die ich an der Westküste Eiderstedt's machte, ist geeignet, diese Thatsachen in bemerkenswerther Weise zu ergänzen. Auf den weiten, nur bei aussergewöhnlicher Hochfluth überschwemmten Sandflächen, die dort dem Dünengebiet vorgelagert sind, sind einige Strecken recht thonhaltig und dadurch so fest, dass sie keinen Flugsand bilden, und dass der Fuss nur flache Spuren eindrückt. Eine solche Stelle befindet sich südlich des Badestrandes von St. Peter. Auch hier wächst viel *Triticum junceum*; allein das Gras bildet auf dem graufarbigen Boden ganz flache Flecke, oft von ansehnlicher Ausdehnung: diese Flecke erheben sich nicht convex über das Niveau des

Bodens, stellen also keine Dünenanfänge dar. Beim Durchwandern dieser Gegend traf ich plötzlich auf einige niedrige *Triticum*-Dünen, die Sprosse des Grases wuchsen auf kissenartig angehäuftem Sande. Die Bodenbeschaffenheit war sonst die gleiche geblieben, nur fiel mir auf, dass alte, dem Boden eingedrückte Fusspuren hier mit Flugsand gefüllt waren, was vorher nicht der Fall war. Es war also an dieser Stelle (ganz local) Flugsand über die Fläche geweht und hatte sofort im Zusammenwirken mit den *Triticum*-Flecken Dünenanfänge aufgebaut. Auch war es nicht schwierig, die Ursache der Erscheinung festzustellen: sie bestand darin, dass das Meer westwärts von dieser Stelle eine Bank reinen Quarzsandes ausgeworfen hatte.

Wo *Triticum*-Dünen auf den erwähnten Sandflächen nahe bei einander auftreten, können sie unregelmässige Systeme kleiner Hügel bilden, die sich bald unmittelbar an den Fuss der Hochdünen an-



Fig. 4.



Schaar kleiner *Triticum*-Dünen auf feuchter Sandfläche (Amrum).

schliessen, bald Gruppen mitten auf dem Sandfelde darstellen. An vielen Stellen sieht man auf den Sanden vor Röm und Amrum solche Hügelsysteme, und ist ein derartiges System von *Triticum*-Dünen in Fig. 4 wiedergegeben. In anderen Fällen bilden die *Triticum*-Dünen dicht zusammengedrängte Hügelketten, so besonders südlich von St. Peter, worauf sogleich zurückzukommen sein wird, sowie unmittelbar vor den höheren Dünen, auf denen das Seebad Lakolk (Röm) erbaut ist, indem die einzelnen Hügel wallartig mit einander verschmelzen.

Auf höheren und älteren Dünen findet man nur ausnahmsweise *Triticum junceum*, hier wird es abgelöst durch *Psamma* (*Calamagrostis*) *arenaria*, das bekannte Dünengras par excellence.

Dieses Gras, welches durch seinen hohen Wuchs und die Länge seiner Blätter weit über *Triticum* hinausragt, hat eine eingehende Bearbeitung durch Buchenau[1] erfahren, die später von Warming[2] durch

[1] Abhandlungen des naturwissenschaftlichen Vereins in Bremen, 1889, S. 397.
[2] Botanisk Tidsskrift, 1897, p. 73.

eine instructive Abbildung ergänzt wurde. Es ist allgemein auf den Dünen der Ost- und Nordsee verbreitet und findet sich ausserdem auf Sandfeldern des Binnenlandes. Dies hängt damit zusammen, dass *Psamma arenaria* ausgesprochener Psammophyt, nicht aber Halophyt ist; es gedeiht nicht nur vorzüglich in salzlosem Flugsand, sondern es vermeidet auch Sandboden, der von Salzwasser durchtränkt und Überfluthungen mit Meerwasser ausgesetzt ist. Gerade auf solchem Boden, wo *Triticum* mit Vorliebe sich ansiedelt, ist *Psamma* nicht zu

Fig. 5.



Blick aus der Dünenkette bei Lakolk auf die theilweise überfluthete, mit einem System kleiner *Triticum*-Dünen bedeckte Sandfläche. Die hohe Düne trägt im Vordergrunde sowie links und rechts *Psamma*; der zerklüftete, seewärts gekehrte Hang ist noch mit *Triticum* bedeckt.

finden; obwohl seine Früchte in reichlichster Menge über die feuchten Sande von Röm, Amrum und Eiderstedt verweht werden müssen, fand ich dort niemals eine Keimpflanze von *Psamma*, denen man in den Sandmulden der Hochdünen leicht begegnet, während ich hier Keimlinge von *Triticum* nicht gesehen habe. Hat sich einmal eine *Psamma*-Pflanze an den Rand eines nassen Sandfeldes verirrt, so zeigt sie ein kümmerliches Aussehen.

Wenn *Psamma* gut gedeiht, bedeckt es die Oberfläche der Düne in dichtem Rasen. Trifft man in den *Psamma*-Dünen kahle Stellen,

so sind es entweder Windrisse, oder es sind die auch hier wie bei den *Triticum*-Dünen auf der Leeseite durch den Flugsand gebildeten Halden. Fig. 5 giebt die Ansicht eines solchen z. Th. dichten Bestandes einer *Psamma*-Düne von Röm; durch eine Art Schlucht in den *Psamma*-Dünen, die dem Beschauer die Leeseite zukehren, blickt man hinweg auf den Haffsand, der hier mit einer Schaar kleiner *Triticum*-Dünen bedeckt ist, die auch alle von der Leeseite gesehen werden.

Die *Psamma*-Düne ist die zweite Entwickelungsphase der Dünen. Auf dem von mir untersuchten Gebiete geht die *Psamma*-Düne überall aus der *Triticum*-Düne hervor, indem sich *Psamma* auf deren Rücken ansiedelt, sobald der Boden dafür trocken und salzfrei genug geworden ist. Niemals sah ich den ersten Anfang einer Düne durch *Psamma* gebildet, weil jene ersten Anfänge von Dünen auf den feuchten Sandfeldern entstehen, die von *Psamma* gemieden werden. Da nun die vom Meere ausgeschiedenen Sandflächen, auch wenn sie sich über das Niveau des gewöhnlichen Hochwassers erheben, niemals trocken, sondern immer von Meerwasser durchfeuchtet sind, so liegt der Schluss nahe, dass auch die höchsten der jetzt vorhandenen *Psamma*-Dünen einst ihren Ursprung als *Triticum*-Dünen genommen haben.

Sobald eine *Triticum*-Düne so hoch geworden ist, dass ihr Rücken über das Niveau der Überschwemmungen hinausragt, bildet sie einen trefflichen Platz für die Ansiedelung von *Psamma*. Seine Früchte finden zwischen den locker stehenden Sprossen des *Triticum* Raum genug zum keimen, und sind erst einige Pflanzen von *Psamma* aufgegangen, so ist das *Triticum* gewöhnlich verloren, da es durch das stärker, höher und dichter wachsende *Psamma* erstickt wird.[1]

Fig. 6 ist die Abbildung eines Systems von *Triticum*-Dünen südlich von St. Peter, in das *Psamma* eingebrochen ist: seine kräftigen Pflanzen sind von den niedrigen *Triticum*-Pflänzchen leicht zu unterscheiden. Von der hinteren Hügelkette hat *Psamma* schon ganz Besitz ergriffen, nachdem *Triticum* ihr hier ein trockenes Plätzchen aufgebaut hat.

Sobald auf einer Düne *Psamma* die Herrschaft gewonnen hat, wächst die Düne weit schneller in die Höhe als vorher unter dem Einfluss des *Triticum*. Die dichteren und höheren Horste von *Psamma* fangen viel mehr Flugsand auf und halten ihn fester als die niedrigen und lockeren Sprosse von *Triticum*. Sie wachsen kräftig durch den verschüttenden Sand hindurch, und aus dem Zusammenwirken von

[1] Vergl. auch Warming, Excursionen til Fanoe og Blaavand (Bot. Tidskrift 1893, p. 68). Der Verfasser sagt hier, dass am Dünenfuss *Triticum junceum* in der Regel den Anfang der Vegetation mache, und bildet eine Düne ab, die oben mit *Psamma*, unten mit *Triticum* bewachsen ist.

Wind, Flugsand und *Psamma* entstanden schliesslich die bis über 30ᵐ hohen Dünen auf Amrum und Sylt.

Ich habe absichtlich nur der eigentlich entscheidenden Gräser gedacht. Auf den feuchten Sandflächen kommen auch noch *Festuca rubra* var. *arenaria*, *Agrostis alba* sowie, wenn der Sand etwas thonhaltig ist, *Festuca thalassica* vor. Auch diese Gräser können handhohe Sandhügel bewohnen, zwischen denen der Sand weggewaschen oder weggeweht ist, doch sah ich sie niemals zu Dünenanfängen werden. Auf den hohen Grasdünen tritt neben der vorherrschenden *Psamma arenaria* nicht selten *Psamma baltica* auf (dessen Bastardnatur ich bezweifle); sie verhält sich als Dünenbildnerin ganz wie *Psamma arenaria*.

Fig. 6.



Besiedelung niedriger *Triticum*-Dünen mit *Psamma arenaria* (Eiderstedt).

Weniger häufig kommt *Elymus arenarius* vor und hält sich dann meist an der Landseite der Dünen; ausserdem sind noch *Corynephorus canescens* (an kahl gewehten Stellen) und *Carex arenaria* zu nennen.

Endlich ist hervorzuheben, dass einem so scharfsichtigen Beobachter wie Warming die Rolle nicht entgehen konnte, die *Triticum junceum* bei der Dünenbildung spielt. In seiner schönen Arbeit über die psammophilen Formationen in Dänemark[1] sagt Warming, auch *Triticum junceum* vermöchte kleine Dünen zu bilden, bis zu einigen Metern Durchmesser gross, doch sehr niedrig. Er sagt dann aber weiter, jeder kleine Horst von *Triticum* oder *Psamma* oder *Elymus*

[1] A. a. O. p. 163 ff.

oder *Agrostis alba* oder *Honckenya* oder *Cakile* könne den Anfang einer Düne bilden; die Hauptrolle dabei spiele indess *Psamma*. Dem gegenüber kann ich nur feststellen, dass in den von mir untersuchten Strandgebieten lediglich *Triticum junceum* als Bildner einer entwickelungsfähigen Düne thätig ist; um die andern genannten Pflanzen sah ich wohl hier und da einen kleinen Sandhaufen entstehen, der aber die Bezeichnung Düne nicht verdiente, und dessen weitere Entwickelungsfähigkeit mir unwahrscheinlich ist. Nur eines niedrigen Sandhaufens bei St. Peter möchte ich noch erwähnen, auf dem *Festuca rubra* und *Psamma* wuchsen, ohne dass ich dort *Triticum* fand; wie der Sandhaufen zu Stande gekommen war — vielleicht durch Graben der Badegäste —, war nicht festzustellen. Dagegen ist es unzweifelhaft, dass *Psamma arenaria* auf einem ebenen, trockenen Sandfelde auch Dünen wird inauguriren können; aber solche Verhältnisse habe ich an der Westküste von Schleswig nirgends getroffen.

So viel über die Naturgeschichte der Grasdüne, aus der als metamorphe Bildungen die kahle Düne und die Haidedüne entstehen.

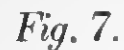
Wie der Wind die Grasdüne aufgebaut hat, so zerstört er sie auch. Der Sturm packt die *Psamma*-Horste und reisst sie von ihrer leicht beweglichen Unterlage los, oder er verschüttet sie so tief, dass es ihnen nicht gelingt, wieder durch den Sand hindurchzuwachsen; oder er bläst den Sand in solcher Ausdehnung hinweg, dass die kriechenden Rhizome freigelegt werden und vertrocknen. Dieses Zerstörungswerk des Sturmes wird durch den Regen unterstützt. So entstehen Kahlstellen an den einst gut bewachsenen Dünen, und wenn diese nicht durch Anpflanzung von *Psamma* geschlossen werden, kann nach und nach die Grasdüne in einen völlig vegetationslosen, schneeweissen Sandberg verwandelt werden. Solche Dünen sind Wanderdünen, da sie in der Richtung des vorherrschenden Windes eine Verschiebung erfahren, die $5-6^{m}$ im Jahre betragen kann, und durch die auch auf den nordfriesischen Inseln im Laufe der Jahrhunderte Wiesen, Gebäude, ganze Ortschaften verschüttet worden sind, bis es gelang, durch eine sorgfältige Cultur, die in erster Linie auf Anpflanzung von *Psamma arenaria* beruht, die Wanderdünen zu befestigen, zu bändigen.[1] Völlig vegetationslose Dünen giebt es heutzutage auf jenen Inseln nicht mehr; dennoch finden sich im Norden und an der Südspitze von Sylt Dünen mit ausgedehnten kahlen Sandhalden, über die man hinwegsteigt wie über Schneefelder im Hochgebirge; doch auch diese weissen Dünen sind immer an einzelnen Stellen des Rückens

---

[1] Auf die Dünencultur kann hier nicht näher eingegangen werden; vergl. darüber Gerhardt, Handbuch des deutschen Dünenbaues, Berlin 1900.

und der Hänge mit *Psamma arenaria* bewachsen. Die Abdachung einer solchen, 28^{m} hohen Düne ist in Fig. 7 zur Darstellung gebracht: oben auf der First befinden sich grössere und kleinere Horste von *Psamma arenaria*, unten im Vordergrunde eine aus *Salix repens*, *Calluna* und *Empetrum* gemengte Vegetation.

Die zweite Umbildung, welche die Grasdüne erleiden kann, besteht in ihrer Umwandlung in eine Haidedüne. Hierbei wird *Psamma arenaria* mehr weniger verdrängt durch die bereits in Anlass der


Fig. 7.



Weisse Düne bei List auf Sylt.

Fig. 7 erwähnten drei Pflanzen: *Salix repens*, *Empetrum nigrum*, *Calluna vulgaris*. Alle drei Pflanzen können gemeinsam auftreten: die verbreitetste unter ihnen ist wohl die Zwergweide, während die Rauschbeere und der Haidestrauch im quantitativen Vorwalten einander vertreten können. So sind die älteren Dünen der Insel Röm überwiegend mit *Calluna* bewachsen, während auf Sylt vielfach *Empetrum* ohne alle Beimengung von *Calluna* auftritt.

Gewöhnlich zeigen sich die drei soeben genannten Arten zuerst in den Dünenkesseln und an den Leeseiten älterer Dünen, während auf der unmittelbar dem Meere zugekehrten Seite eines Dünensystems die *Psamma*-Vegetation sich gewöhnlich erhält; nur auf Amrum sah

ich vor dem Kniephafen alte Dünenhänge auch auf der Seeseite mit *Salix*, *Empetrum* und *Calluna* bekleidet.

Während *Calluna* gewöhnlich erst auf alten Dünen festen Fuss fasst, zeigt sich *Empetrum* und namentlich *Salix* öfters schon auf den Vordünen mit ihrer üppigen *Psamma*-Vegetation, bereits frühzeitig die Umbildung einleitend. Fig. 8 ist eine Aufnahme vom First der Vordüne bei Wittdün auf Amrum, wo *Psamma baltica* und *Salix repens* im Flugsande üppig durcheinanderwachsen.

Fig. 8.



Psamma baltica und *Salix repens* durcheinanderwachsend auf der Spitze einer Düne (Amrum).

Fig. 9 ist die Leeseite einer alten Düne bei Rantum auf Sylt, sie zeigt *Empetrum nigrum* in siegreichem Kampfe mit *Psamma arenaria* begriffen: immer mehr breiten die dunklen Polster der Rauschbeere sich aus, zu der sich an einzelnen Stellen auch hier *Salix repens* gesellt, während *Calluna* fehlt. An solchen Stellen, wo es zu unterliegen beginnt, hat auch *Psamma* lange nicht das üppige Aussehen wie auf frischem Flugsand, sei es, dass auf den älteren Dünen der Boden sich an specifischen Nährstoffen des Grases erschöpft hat, sei es, dass die mechanische Beschaffenheit desselben für das Gedeihen von *Psamma* weniger geeignet ist.

Übrigens können auch alte, an den Abhängen mit *Calluna*, *Empetrum* oder *Salix* bewachsene Dünen durch Auswehen kahl werden, so dass die Entwickelungsfolge dann lautet: Grasdüne, Haidedüne, Weisse

Düne. Unweit List ist ein typisches Beispiel für diese Metamorphose einer Haidedüne in eine Weisse Düne vorhanden, doch sucht man der gefürchteten Umbildung durch Bepflanzung des Hanges mit *Psamma* vorzubeugen.

Fig. 9.



Dünenabhang bei Rantum auf Sylt mit Polstern von *Empetrum*.

In diese Endglieder läuft der Entwickelungsprocess der Düne aus, der mit dem Auftreten der Keimung von *Triticum junceum* auf den feuchten, dem Meere entstiegenen Sandfluren seinen Anfang nahm. Die Düne ist vergleichbar einem lebenden Wesen: wie dieses wird sie gezeugt, entwickelt sich aus kleinen Anfängen zu einer Normalgrösse, altert und verwandelt sich zuletzt in einen todten Sandhaufen, der dem Arbeitsgebiete des Botanikers sich entzieht.

Ausgegeben am 12. März.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

SITZUNGSBERICHTE

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

XIV. XV.

12. März 1903.

BERLIN 1903.

Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«.

[illegible]

Für diese wie für alle übrigen Theile der Sitzungsberichte sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.

[illegible]

1903.
XIV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

12. März. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Waldeyer.

1. Hr. von Bezold besprach eine von ihm vorgelegte Mittheilung des Hrn. Prof. Dr. R. Assmann (Berlin) über »Beobachtungen am Aëronautischen Observatorium über Temperaturumkehrungen«.

Bei den Aufstiegen der Drachen und Drachenballons, wie sie seit Anfang August 1902 an dem Observatorium täglich angestellt werden, haben sich abgesehen von der gewöhnlichen Temperaturinversion in den Morgenstunden nahezu an der Hälfte der Beobachtungstage solche Umkehrungen ergeben. Bezüglich der Häufigkeit und der Stärke dieser Erscheinung und der Luftdruckvertheilung lassen sich bestimmte Beziehungen nachweisen.

2. Hr. Klein legte vor: W. Salomon, Über die Lagerungsform und das Alter des Adamellotonalites.

Der Verfasser machte im vorigen Jahre mit Unterstützung der Königlichen Akademie neue geologisch-mineralogische Aufnahmen in der Adamellogruppe. Bei diesen stellte es sich heraus, dass die Lagerungsverhältnisse des Tonalitmassivs so sehr von denen der typischen Stöcke und Lakkolithen abweichen, dass er dafür den neuen Namen »Ethmolith« vorschlägt. Er kommt ferner trotz einiger neuerdings geäusserter Einwände wieder zu dem Ergebniss, dass das Tertiär als die Intrusionsperiode des Tonalites anzusehen ist.

Beobachtungen am Aëronautischen Observatorium über Temperatur-Umkehrungen.

Von Prof. Dr. Richard Assmann
in Berlin.

(Vorgelegt von Hrn. von Bezold.)

Das am Aëronautischen Observatorium bei Berlin durch täglich erfolgende Aufstiege gewonnene reichhaltige Beobachtungsmaterial bietet Gelegenheit, unter vielem anderen die bekannte Erscheinung der »Temperaturumkehrung« eingehend zu untersuchen.

Früher nur gelegentlich an Gebirgen beobachtet, wurde die Temperaturinversion bei den wissenschaftlichen Luftfahrten des letzten Jahrzehntes häufig angetroffen und als eine Erscheinung erkannt, die auch fern von Bodenerhebungen in der »freien« Atmosphäre vorkommt.

Immerhin waren aber auch diese Ballonfahrten nur »Stichproben« und konnten deshalb ein richtiges Bild über die Häufigkeit des Phänomens und dessen nähere Eigenthümlichkeiten nicht geben.

Seit dem August 1902 wurden am Aëronautischen Observatorium bis zum Schlusse des Jahres nahezu täglich, seit dem 1. Januar 1903 aber ohne Ausnahme täglich Aufstiege mit Registrirapparaten ausgeführt, deren Ergebnisse im »Reichsanzeiger« und einigen anderen Berliner Zeitungen zur regelmässigen Veröffentlichung kommen. Das hierbei gewonnene reichhaltige Material, das bis zum 1. März 1903 über 200 Aufstiege umfasst, soll den nachfolgenden Erörterungen zu Grunde gelegt werden.

Als »Temperaturumkehrung« wurden alle diejenigen Fälle angesehen, bei denen eine Temperatur vorgefunden wurde, die thatsächlich höher war als die der angrenzenden tieferen Luftschicht; auf den Betrag dieses Unterschiedes wurde keine Rücksicht genommen, ebenso wurden »Isothermien« ausser Betracht gelassen, obwohl sie genetisch mit den Inversionen zusammenhängen.

Zunächst möge eine Übersicht über die Anzahl und Vertheilung der aufgefundenen Inversionen folgen:

	1902 August	Sept.	October	Nov.	Dec.	1903 Januar	Februar	Summe
Zahl der Aufstiege	24	33	28	25	26	31	38	205
Zahl der Inversionen	3	8	11	20	17	21	17	97
Inversion in Procenten	12	24	39	80	65	68	45	47.3

Die Zusammenstellung lehrt, dass bei 47.3 Procent der zu Grunde gelegten Aufstiege Temperaturumkehrungen angetroffen wurden.

Ein starkes Anwachsen der Häufigkeit während der Wintermonate ist sehr deutlich ausgesprochen; bei näherer Betrachtung aber erkennt man, dass nicht so sehr die Jahreszeit als der Charakter der Witterung und besonders die Druckvertheilung die Häufigkeit der Inversionen beherrscht. Im November und December 1902 und im Januar 1903, welche mehrere längere Frostperioden bei anticyklonaler Druckvertheilung hatten, wurden bei $^2/_3$ bis $^4/_5$ aller Aufstiege Umkehrungen vorgefunden, in den übrigen Monaten bei cyklonaler Witterung erheblich seltener.

Über die Höhen, in denen die Inversionen angetroffen wurden, giebt die nachfolgende Tabelle Aufschluss, in der dieselben Höhenstufen zu Grunde gelegt wurden, wie sie für die täglichen Veröffentlichungen des Aëronautischen Observatoriums üblich sind.

Um auch über den Betrag der Umkehrung ein wenigstens angenähertes Bild geben zu können, wurden die »Inversionsgradienten« zwischen den unteren und oberen Grenzen der Inversionsschichten für die hierzu geeigneten Fälle ermittelt, wobei alle diejenigen Umkehrungen ausser Betracht blieben, bei denen die Mächtigkeit der Inversionsschicht eine geringe war.

Höhenstufen in Metern.	40 (Station) bis 200	200 bis 500	500 bis 1000	1000 bis 1500	1500 bis 2000	2000 bis 2500
Zahl der Fälle	27	39	35	23	14	6
Zunahme auf 100^m Erhebung	1°74	1°38	1°21	1°07	1°53	0°78

Da die Aufstiege in den Vormittagsstunden zur Ausführung kamen, fallen diejenigen Temperaturumkehrungen fort, welche nach jeder klaren Nacht in den ersten Morgenstunden auftreten und nur auf die unterste Luftschicht beschränkt sind.

Unter Berücksichtigung des Umstandes, dass die Anzahl der Aufstiege bis zu 200^m Höhe die grösstmögliche, d. h. gleich der Gesammtzahl aller Aufstiege ist, erscheint es bemerkenswerth, dass die grösste Häufigkeit der Inversionen nicht in diese unterste Schicht, sondern in die beiden darüber liegenden, $200-500^m$ und $500-1000^m$ umfassenden fällt; mit wachsender Höhe scheint dieselbe schnell ab-

zunehmen, obwohl man den dort gefundenen Werthen wegen der geringeren Zahl der Aufstiege ein geringeres Gewicht beilegen muss. Immerhin wird man nicht allzu weit fehl gehen, wenn man die zwischen 200^m und 1500^m liegenden Schichten als diejenigen ansieht, in denen Inversionen am häufigsten aufzutreten pflegen.

Oberhalb von 2500^m Höhe wurden solche überhaupt nicht angetroffen, obwohl die Zahl der Fälle, in denen diese Höhe überschritten wurde, 33 beträgt.

Der Betrag der Inversionen nimmt recht regelmässig mit der Höhe ab: das Wiederanwachsen bei 1500–2000^m Höhe muss als unsicher erscheinen, obgleich 2000^m in 65 Aufstiegen überschritten wurden; ein Gleiches gilt von der Verminderung bei 2000–2500^m Höhe.

Die verticale Mächtigkeit der Umkehrschichten, welche sich nicht gut in Durchschnittswerthen ausdrücken lässt, scheint im Winter, und besonders während der Frostperioden, eine grössere gewesen zu sein: am 6. December erstreckte sie sich vom Erdboden bis zu 1000^m Höhe, ebenso vom 20. bis 23. Januar; auch bis zur Höhe von 2000^m kamen Inversionsschichten von 1000^m Dicke vor. Gemeinhin aber blieb ihre Mächtigkeit unter 500^m.

Zur Untersuchung der Beziehungen zwischen den Inversionen und der Vertheilung des Luftdruckes wurden dieselben nach den barometrischen Typen und deren Lage zum Beobachtungsorte, Berlin, angeordnet. Die folgende Tabelle giebt hierüber Aufschluss unter Hinzufügung der Häufigkeit in Procenten, des mittleren Inversionsgradienten auf 100^m Erhebung und der mittleren Höhe, in der die Umkehrungen angetroffen wurden.

Rand der Anticyklonen.	Anticyklonen Centrum	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Übergangsgebiet	Cyklonen
Häufigkeit in Procenten	11	14	5	5	3	6	6	11	8	26	6
Mittlere Zunahme auf 100^m	0°7	1°4	2°0	1°2	1°3	1°7	0°9	1°9	2°2	1°4	2°8
Mittlere Höhenlage in Metern	650	800	960	780	890	480	570	380	330	680	380

Wenn man auch diesen Werthen eine allzu grosse Beweiskraft nicht zuertheilen darf, geht doch aus denselben das grosse Übergewicht der Übergangszonen zwischen einer Anticyklone und einer Cyklone deutlich hervor, der sich das Centrum sowie der Nord-Nordwest- und Westrand der Anticyklonen zunächst anreihen. Der Betrag der Inversion schliesst sich der Häufigkeit ziemlich gut insofern an, als er am Nord- und Westrande erheblich grösser ist als am Ost- und Südrande. Die Übergangszone weist einen mittleren Betrag, das Centrum der Anticyklone den kleinsten auf.

Sehr merkwürdig und neu ist die starke Temperaturumkehrung in der Nähe der Cyklonen, welche die aller übrigen Lagen übertrifft.

Die mittlere Höhenlage der Inversionsschicht scheint in der Nähe der Cyklonen und am West- sowie am Nordrande der Anticyklonen, d. h. dem Gebiete der Cyklonen zunächst, am geringsten, an deren Nord- und Ostseite am grössten zu sein; die Übergangszone und das Centrum der Anticyklone zeigen eine mittlere Höhe.

Bei der Erörterung einer ungewöhnlich intensiven Temperaturumkehrung, welche am 12. und 13. December 1902 angetroffen wurde — am 12. war es in 400^m Höhe um 13°, am 13. in 700^m Höhe um 9° wärmer als am Erdboden —, war der Verfasser auf das an den Vortagen erfolgte Auftreten gewaltiger Niederschläge aufmerksam geworden, welche in Spanien und Italien verheerende Überschwemmungen hervorgerufen hatten.

Dem Versuche, zwischen den beiden Erscheinungen einen Zusammenhang zu finden, konnte natürlich auf Grund des vereinzelten Falles eine Beweiskraft nicht zugesprochen werden, und deshalb wurde das vorliegende Material im Hinblick auf ein Zusammentreffen von Inversionen mit grossen Niederschlagsmengen durchmustert. Bei der geringen Zahl der Stationen, welche die Seewartenkarte im Süden und Südwesten Europas enthält, konnte die wirkliche Ausbreitung und Intensität der Regenfälle nicht ermittelt werden; es wurden deshalb diejenigen Fälle ausgesucht, in denen mehrere benachbarte Stationen Niederschläge von mehr als 20^{mm} Höhe meldeten, und diese mit den nach der Luftdruckvertheilung angeordneten Inversionen zusammengelegt.

Nachfolgende Tabelle enthält die Resultate dieser Untersuchung.

Rand der Anticyklonen		Centrum	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Zahl der Inversionen		10	13	5	5	3	6	6	10	7
Zahl der Fälle mit vorausgegangenen grossen Niederschlagsmengen	im W.	2	4	—	—	—	—	—	2	4
	im SW	2	—	—	—	1	1	1	3	2
	im S.	3	1	1	1	2	3	1	2	1
		7	5	1	1	3	4	2	7	7

Übergangszonen, Rand der Anticyklonen		Centrum	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Cyklonen
Zahl der Inversionen		—	4	3	—	1	1	—	5	8	6
Zahl der Fälle mit vorausgegangenen grossen Niederschlagsmengen	im W.	—	2	1	—	1	—	—	1	2	2
	im SW	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1
	im S.	—	1	1	—	—	—	—	2	2	1
		—	3	2	—	1	1	—	3	4	4

Die Zusammenstellung lässt zunächst erkennen, dass von 91 in Betracht gezogenen Fällen von Temperaturinversion 52, also 57 Pro-

cent, mit grossen Niederschlagsmengen zusammentreffen, welche am Vortage im Westen, Südwesten oder Süden von Europa niedergegangen sind. Wenn man berücksichtigt, dass ausschliesslich grosse Regenfälle, und diese nur auf einem beschränkten Gebiete in einer mittleren Entfernung von 1000–1500^{km}, berücksichtigt worden sind, so dürfte der Schluss berechtigt sein, dass das Resultat ganz beträchtlich über dem Werthe einer durchschnittlichen Wahrscheinlichkeit liegt und dass man demnach einen ursächlichen Zusammenhang zwischen den beiden Vorgängen annehmen darf, wie er auch nach theoretischen Betrachtungen vorhanden sein muss.

Eine nähere Untersuchung lässt erkennen, dass der Rand der Anticyklone, an welchem die Inversionen beobachtet wurden, meist derjenigen Gegend gegenüber liegt, in der die Niederschläge stattfinden: am Nord- und Nordwestrande der Anticyklonen fallen am häufigsten im Westen, d. h. in Irland und England, grosse Regenmengen, am Ost- und Südrande meist in Spanien und Italien; am Westrande und im Centrum einer Anticyklone sind die entsprechenden Werthe ziemlich gleich vertheilt. Das Nämliche gilt für die Übergangszonen. Es dürfte daher nicht ganz unbegründet sein, anzunehmen, dass eine gewisse Beziehung zwischen den beiden Vorgängen wirklich besteht.

Welcher Art dieselbe sein könnte, geht aus folgender Überlegung hervor.

Wenn trockene Luft adiabatisch, d. h. ohne dass ihr Wärme von aussen her zugeführt oder entzogen wird, emporsteigt, so erfährt sie für je 100^{m} Erhebung eine Temperaturerniedrigung von rund 1° C.; ist sie aber mit Wasserdampf gesättigt, so bewirkt die bei dem Aufsteigen eintretende Condensation, dass die Abkühlung sich erheblich, bei hohen Temperaturen und beträchtlichem Wasserdampfgehalt sogar auf weniger als 0°4 vermindert. Sinkt dagegen Luft von einem höheren Niveau auf ein tieferes nieder, so wird sie ihre Temperatur stets um den vollen adiabatischen Werth von 1° C. auf 100^{m} Höhenänderung vermehren, gleichgültig ob sie vorher mit Wasserdampf gesättigt war oder nicht.

Nimmt man nun beispielsweise an, dass über grossen Gebieten Italiens und des Mittelmeeres Luftmassen unter steter Condensation ihres Wasserdampfes und mit einer Ausgangstemperatur von 15° am Erdboden bis zur Höhe von 6000^{m} aufstiegen, so würden sie hier mit einer Temperatur von —27° ankommen, wenn die Condensation in einer Höhe von 500^{m} ihren Anfang genommen hätte.

Nimmt man fernerhin an, dass über Westrussland gleichzeitig eine Anticyklone liege, in welcher die Luft mit einer Temperaturzu-

nahme von 1° auf 100m Höhenänderung niedersinkt, und dass in der untersten Schicht eine Temperatur von —10° herrscht, so müsste dieselbe in 6000m Höhe eine solche von —70° besessen haben. Würden nun zur Speisung der Anticyklone die über Italien aufgestiegenen Luftmassen herbeigezogen werden, so müssten dieselben, die nur auf —27° temperirt sind, eine ganz erhebliche Temperaturerhöhung der niedersinkenden Luftmassen zu Wege bringen, selbst dann, wenn ihnen auf ihrem langen Wege ein grosser Theil ihrer ursprünglichen Wärme wieder entzogen sein sollte.

Hieraus würde folgen, dass der gesammte Luftkörper einer Anticyklone erheblich wärmer würde, wenn ihr Luft aus einer condensirenden Cyklone zufliesst, und jene würde sich als die leichtere bis zu weiten Entfernungen hin über die umliegenden kälteren und tieferen Luftmassen ausbreiten, zumal sie durch weiteres Niedersinken auf geneigter Bahn ihren unterwegs eingetretenen Wärmeverlust ausgleichen müsste. Das Resultat eines solchen Vorganges könnte für die fernere Umgebung der Anticyklone bis an die Übergangszone zur nächstgelegenen Depression und über diese hinaus kein anderes als die Erzeugung von Temperaturinversionen sein.

Im europäischen Winter sind aber die warmen Meere im Westen und Süden die Stätten grosser und weit verbreiteter Condensationsvorgänge, während barometrische Maxima auf dem Continente vorherrschen.

Nimmt man die Geschwindigkeit der Luftströmungen in den höheren Schichten auf etwa 25m in der Secunde an, so würden dieselben innerhalb 24 Stunden einen Weg von mehr als 2000km zurücklegen. Man sieht hieraus, dass die Möglichkeit des Vordringens von Luftmassen, welche über Spanien oder Italien aufgestiegen sind, bis nach dem Centrum einer Anticyklone, die über West-Russland lagert, innerhalb eines Tages keineswegs ausgeschlossen ist, auch ohne dass man die Ortsveränderungen der Cyklone mit in Betracht zieht.

Für die Wahrscheinlichkeit eines derartigen Zusammenhanges zwischen den Condensationsvorgängen im Süden und Westen von Europa und den Inversionserscheinungen in dessen continentalen Theilen spricht noch die Thatsache, dass letztere nur im Winter zu ihrer vollen Entwickelung gelangen und dass sie erfahrungsgemäss viel intensiver bei östlicher oder nördlicher Lage der Anticyklone aufzutreten pflegen als bei westlicher und südlicher. Die dem Nord- und Ostrande einer Anticyklone entströmenden Luftmassen dürften ihr vorwiegend aus dem trockenen Nordosten bis Südosten zugeführt worden sein und deshalb an sich schon kälter, besonders aber ohne einen mitgebrachten Vorrath von Condensationswärme in sie eingetreten sein, während die Südwest- bis Nordwestseite derselben eine Zufuhr von an sich schon

höher temperirter und dazu noch mit Verdampfungswärme beladener Luft erfährt.

Um nun einen, wenn auch nur angenähert richtigen Maassstab für die Bewerthung der dynamischen Vorgänge bei den am Aëronautischen Observatorium ermittelten Temperaturinversionen zu gewinnen, wurden diejenigen Fälle ausgesondert, bei denen am nächstgelegenen Ursprungsorte der herrschenden Luftströmung. d. h. in der den Strom speisenden Anticyklone, eine nennenswerth höhere Temperatur geherrscht hat als in Berlin.

Das Ergebniss ist, dass dies bei 12 Fällen von 93, d. h. bei 13 Procent derselben festgestellt werden konnte und dass dieselben fast ausschliesslich bei südwestlicher und südlicher Lage der Anticyklone und in der Nähe von Depressionen gefunden wurden.

Eine Auszählung derjenigen Inversionen, die unmittelbar über einer geschlossenen Wolkendecke angetroffen wurden, ergab 32 von 79 Fällen, d. h. 40.5 Procent, und zeigte, dass dieselben vornehmlich den Übergangszonen. den Cyklonen und dem Nordrande der Anticyklonen angehörten. Nach dem oben Ausgeführten wird man nicht umhin können. dieselben dem Vorhandensein einer oberen, aus der Anticyklone stammenden niedersinkenden, über einem dem Cyklonenregime angehörigen aufsteigenden Luftstrome zuzuschreiben.

Dieselben lassen auch erkennen. dass der Luftaustausch zwischen den Anticyklonen und Cyklonen keineswegs nach dem gewöhnlichen Schema erfolgt. das ein Ausströmen aus der Anticyklone und ein Zuströmen zur Cyklone nur in den untersten Schichten annimmt, sondern dass auch bis zu grösseren Höhen absteigende Luftströme sich dem Cyklonenkörper nähern und mannigfache Überlagerungen nud Einkeilungen von Luftmassen beider Regime vorkommen.

Mit einigen Worten soll noch auf das gleichzeitige Auftreten von Inversionen an den Höhenobservatorien in Centraleuropa. soweit deren Beobachtungen in den Wetterberichten der Seewarte zu finden sind, eingegangen werden. Es stehen hierzu leider nur die Stationen Säntis (2500^{m}) und Belchen in den Vogesen (1400^{m}) während des ganzen Jahres und Brocken (1150^{m}) während des Sommers zur Verfügung, so dass eine Vergleichung der Werthe, die an denselben gewonnen wurden, durch viele Lücken erschwert wird.

Es ergiebt sich, dass von 100 am Aëronautischen Observatorium vorgefundenen Temperaturumkehrungen nur 51 an einer oder mehreren der drei Bergstationen beobachtet worden sind.

Abgesehen davon, dass die Entfernung zwischen den südlichen Bergobservatorien und Berlin eine zu grosse ist, um eine Ausbreitung der Inversionserscheinungen von einer Station bis zur anderen wahr-

scheinlich zu machen, sind auch die Aussichten, an einer Bergstation Inversionen anzutreffen, erheblich ungünstiger als an einer die »freie« Atmosphäre untersuchenden Drachenstation.

Wie oben nachgewiesen wurde, ist die Hauptzone der Umkehrungen über Berlin unterhalb der Höhe von 1500^m gelegen und oberhalb von 2500^m kamen solche gar nicht zur Beobachtung. Hieraus folgt, dass z. B. der Säntis, wenn er bei Berlin läge, nur ganz ausserordentlich selten eine Inversion erfahren hätte, oder er wäre nur in die oberen Theile von Inversionsschichten grösserer verticaler Mächtigkeit eingeschlossen worden. Alle die zahlreichen tiefer liegenden beträchtlichen Umkehrungen würden auf ihm unbeobachtet geblieben sein. Dass aber trotzdem verhältnissmässig häufig Inversionen an jener Station festgestellt wurden — 27 Mal von 100 Fällen — macht ein höheres Niveau der Umkehrschichten am Säntis wahrscheinlich und weist auf eine abwärts geneigte Bahn der zugehörigen Luftströmungen hin.

Die grundsätzliche Wichtigkeit derartiger Feststellungen für die Erkenntniss der Dynamik der Atmosphäre lässt daher den Wunsch rege werden, thunlichst bald auch an anderen Stellen Europas aëronautische Observatorien in Thätigkeit zu sehen, welche vergleichbares Beobachtungsmaterial aus allen bei ihren Experimenten erreichbaren Höhen liefern.

Die Station auf dem Grossen Belchen meldete 31 Mal von 100 Fällen gleichzeitige Umkehrerscheinungen, zeigt daher, als dem Säntis nahe gelegen, eine Zunahme der Häufigkeit der Inversionen in der zwischen 1400 und 2500^m Höhe liegenden Schicht.

Der Brocken, dessen Beobachtungen in den Wetterkarten der Seewarte nur bis zum 8. November mitgetheilt sind und erst später veröffentlicht werden, hatte von 26 Fällen 13 Mal gleichzeitige Umkehrungen, procentisch also abermals mehr als die höheren Stationen — Säntis 27 Procent, Belchen 31 Procent und Brocken 50 Procent.

So wichtig auch die Herbeiziehung der Bergobservatorien erscheint, so darf man sich doch von Beobachtungen in der »freien« Atmosphäre sehr viel werthvollere Resultate versprechen, da an den ersteren nicht nur die tiefer liegenden, sondern auch die höheren Schichten unerforscht bleiben, während den Drachenaufstiegen, und besonders den mit frei fliegenden Registrirballons — Ballons sondes genannt — ausgeführten Experimenten ganz beträchtlich höhere Grenzen gezogen sind. Die Möglichkeit aber, auf Bergen mit flachem Gipfel, wie z. B. dem Brocken und auch dem Belchen, Drachenaufstiege auf mehrere tausend Meter Höhe auszuführen, wird den Forschungsbereich der Höhenstationen um ein ganz Beträchtliches erweitern.

Zum Schluss soll nicht unerwähnt bleiben, dass das den obigen Betrachtungen zu Grunde gelegte Material eine erschöpfende Darstellung der für die Statik und Dynamik der Atmosphäre hochwichtigen Vorgänge der Temperaturumkehrung schon aus dem Grunde nicht gestattet, weil zahlreiche Aufstiege nicht bis zu denjenigen Höhen vorgedrungen sind, in denen Inversionen hätten gefunden werden können. Es ist dies weniger einem Mangel der Methode als den höchst ungünstigen örtlichen Verhältnissen zuzuschreiben, unter denen die Arbeiten des Aëronautischen Observatoriums leiden. Man muss deshalb annehmen, dass durch eine weitere Hinaufrückung der Forschungsgrenze, wie das die zur Zeit üblichen Methoden wohl gestatten, noch weitere Fälle der Temperaturumkehrung hätten gefunden werden können, und dass die Eingangs genannte Häufigkeit derselben. 47.3 Procent aller erfolgten Aufstiege, nur als ein unterer Grenzwerth der thatsächlichen Verhältnisse betrachtet werden darf.

Über die Lagerungsform und das Alter des Adamellotonalites.

Von Prof. Dr. Wilhelm Salomon
in Heidelberg.

(Vorgelegt von Hrn. Klein.)

Im Jahre 1901 erhielt ich von der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin eine dritte Unterstützung behufs Fortführung und Beendigung der geologisch-mineralogischen Untersuchungen der Adamellogruppe.[1] Ich spreche ihr dafür meinen ehrerbietigen Dank aus und möchte an dieser Stelle auf Grund einiger Ergebnisse der im vorigen Jahre ausgeführten Reise[2] neue Mittheilungen über die Lagerungsform und das Alter der Tonalitmasse machen, da sich das Erscheinen der Gesammtmonographie in Folge der vor zwei Jahren erfolgten Übernahme der Begründung eines Institutes in Heidelberg noch etwas verzögern wird.

Schon frühere Untersuchungen hatten ergeben, dass an einigen Stellen noch Reste der alten, den Tonalit ursprünglich bedeckenden Sedimentkruste erhalten sind. Ja, im Val Blumone im Süden und in Val Gallinera im Nordwesten hatten sich steil aufgerichtete Schichtzonen aus dem Sedimentgebiet bis weit in den Tonalit hinein verfolgen lassen.[3]

---

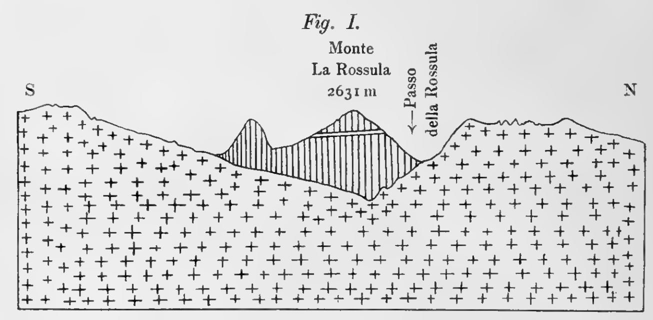
[1] Vergl. diese Berichte 1896, S. 1033—1048; 1899, S. 27—41; 1901, S. 170—185 und 729—747, ferner verschiedene Abhandlungen in Tschermak's Mittheilungen, der Zeitschr. d. Deutschen geolog. Gesellsch. und dem Neuen Jahrb. für Mineralogie.

[2] Ich hatte die Freude, auf dieser Reise, wie schon vor vier Jahren, von meinem alten lieben Freunde, Ingenieur Oskar Hörich, begleitet zu werden und spreche diesem auch hier meinen herzlichsten Dank für alle Unterstützung aus.

[3] Diese Berichte 1899, S. 36/37. — Ich möchte bei dieser Gelegenheit hervorheben, dass ich bei nochmaligem Besuche der Malga Blumone di sopra zu der Überzeugung gekommen bin, dass die steil aufgerichteten Schichten dort nicht, wie ich früher glaubte, eine Synklinale, sondern grade umgekehrt eine Antiklinale bilden, was übrigens an der Bedeutung der Zone nichts ändert. Zur sicheren Feststellung wäre eine Begehung der steilen Gehänge auf dem linken Ufer zwischen Blumone di sopra und Blumone di mezzo nöthig, die ich leider auch in diesem Jahre wegen Ausgehens der Lebensmittel nicht mehr ausführen konnte.

Die im vergangenen Jahre ausgeführten Begehungen haben nun aber an einer Reihe von Punkten eine merkwürdige Thatsache erkennen lassen. Während nämlich die Deckschichten der nordamerikanischen[1], böhmischen[2], skandinavischen[3], einiger anderer alpinen[4], der kaukasischen[5] und endlich der indischen[6] Lakkolithen der Oberfläche der Intrusivmassen concordant und auf dem Scheitel in flacher

Fig. I.



Trias am M. La Rossula. Von den zahlreichen meist flachen aplitisch-pegmatischen Gängen ist nur einer schematisch und zwar stark übertrieben eingezeichnet. Maassstab etwa 1:13200.

Lagerung aufliegen, schneiden am »Monte la Rossola« und an der »Cima di Blumone« (der italienischen Karte in 1 : 25000) die steil aufgerichteten Sedimentschichten an der flach wellig unter ihnen verlaufen-

---

[1] Vergl. ausser den bekannten Arbeiten von Gilbert (1877), Peale (1877), Endlich (1878) auch Cross, 14 annual Report of the Director U. S. Geol. Survey 1895; Weed and Pirsson, Bull. geol. Soc. America **6**, 1895, 389—422; dieselben, American Journ. of Science **12**, Juli 1901; dieselben, American Journ. of Science 1895, **50**, 467—479; J. E. Wolff, Northern Transcontinental Survey 1885; derselbe, Neues Jahrb. f. Min. 1890, I, 192—193; derselbe, Bull. geol. Soc. America 1892, **3**, 445—452; Th. A. Jaggar, Jr. und E. Howe, 21 annual Report of the Director U. S. Geol. Survey 1899/1900, part III, 163—303. Hier auch ausführliche Citate fast der gesammten amerikanischen Litteratur.

[2] F. Löwl, Die Granitkerne des Kaiserwaldes bei Marienbad, Prag 1885 bei Dominicus. Derselbe, Verhandl. k. k. geol. Reichsanst. Wien, 1884, S. 346. Hibsch, Sitz.-Ber. Lotos. 1898, Nr. 4. Tschermak's Mittheil. **19**, 1899, S. 5, 13, 19, 28/29 und **21**, 1902, S. 472, 525, 571 u. a. a. O.

[3] Brögger, Zeitschr. f. Krystallogr. **16**, 1890, S. 73.

[4] F. Löwl, Jahrb. k. k. geol. Reichsanst. Wien 1895, S. 615—640. Zeitschr. d. Deutsch. und Österr. Alpenvereins. 1897, **28**, S. 34—51. Petermann's Mittheil. 1893, Heft 4—5.

[5] Guide des excursions du VII. Congrès géol. Internat. St. Petersburg 1897. Vergl. auch Riva, Atti Soc. Ital. Scienze naturali **37**, 1898, S. 6/7 des Sonderabdrucks. und Cohen, Mittheil. des Naturw. Vereins f. Neuvorpommern und Rügen, Greifswald **31**, 1890, 12 Seiten.

[6] Blake, Quart. Journ. Geol. Soc. London **54**, 1898, S. 12.

den, zum Theil prachtvoll aufgeschlossenen Oberfläche der Tonalitmasse beinahe rechtwinklig ab.

Das gleiche Verhalten ist auch für den Monte Zincone und für einige andere Punkte der südlichen Adamellogruppe anzunehmen, wenn auch nicht mit ebenso absoluter Bestimmtheit zu erweisen.

In dieser Hinsicht verhält sich also der Adamellotonalit wie ein echter Stock und nicht wie ein Lakkolith. Nun hat er aber noch eine weitere Eigenschaft, die ihn von den typischen Lakkolithen Gilbert's unzweifelhaft unterscheidet. Während nämlich von Gilbert, Wolff, Jaggar, Löwl und Anderen die horizontale Lagerung oder doch noch während der Intrusion horizontale Lagerung der den Untergrund ihrer Lakkolithen bildenden Schichten an einigen Stellen mit Sicherheit nachgewiesen, an anderen sehr wahrscheinlich gemacht wurde[1], schiessen die Sedimente der Adamello-Presanellagruppe, gleichgültig, welches Alter sie haben und mit nur wenigen und zum Theil auch nur scheinbaren Ausnahmen rings um das gewaltige Massiv unter die Tonalitmasse ein. Dieses seltsame Verhalten wurde zuerst von Lepsius[2] und Ed. Suess[3] an einigen Stellen beobachtet und konnte später von mir an zahlreichen Punkten der Peripherie nachgewiesen werden. Es ist nicht auf die Adamellogruppe beschränkt, sondern auch an anderen Centralmassiven der Alpen nachweisbar.[4] Von einer Vereinigung des Adamellotonalites mit den Lakkolithen ist unter diesen Umständen entschieden abzusehen. Aber auch von den echten Stöcken unterscheiden ihn nicht nur das eben hervorgehobene trichterförmige Fallen der Sedimente rings um ihn herum, sondern auch zwei weitere sehr wichtige Eigenthümlichkeiten, die sonst als Charakteristica der Lakkolithen und Intrusivlager gelten. Erstens nämlich wechselt das Niveau der unter das Tiefengestein einschiessenden und mit ihm in Primärcontact tretenden Schichten gewöhnlich nur sehr langsam, so dass oft auf weite Strecken hin derselbe Schichtcomplex mit ihm in Berührung ist. Zweitens weisen die Schichtflächen der ihn unmittelbar umgebenden Sedimente, soweit sie nicht schon lange vor der Intrusion des Tonalites von der carbonischen Faltung ergriffen waren wie die krystallinen Schiefer im Norden und Osten, einen oft sehr weitgehenden Parallelismus mit der Contactfläche auf. Ja, selbst bei den vorher gefalteten

[1] Den von mir im Jahre 1899 (diese Berichte S. 33) ausgesprochenen Zweifel an der horizontalen Unterlage dieser echten Lakkolithen ziehe ich nach wiederholtem Studium der einschlägigen Litteratur zurück.

[2] Das westliche Südtirol, S. 213, 222 u. a. a. O.

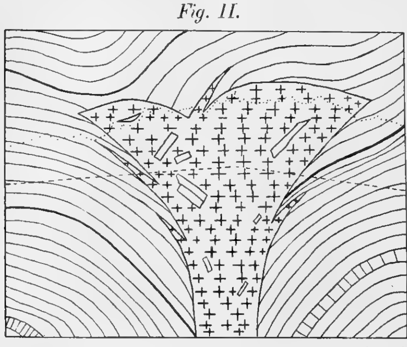
[3] Antlitz der Erde, I, S. 314—317.

[4] Vergl. z. B. das Gotthardmassiv. Diese Berichte 1899, S. 32/33. Auch das Vredefortmassiv in Südafrika scheint hierher zu gehören. Vergl. Molengraaff, Bull. Soc. géol. France 1901, S. 20. Karte und Profil I.

krystallinen Schiefern ist, wie ich von vielen Stellen gezeigt habe, ein auffälliges Bestreben vorhanden, in der Nähe des Contactes die geologischen Richtungen der Schieferungsflächen[1] denen der Contactfläche anzupassen.

Dieses verschiedenartige Verhalten, das theils eine Annäherung an die echten Lakkolithen bedingt, theils mehr mit dem geologischen Auftreten der Stöcke übereinstimmt, veranlasste mich noch 1897 dazu, den Adamellotonalit als ein Übergangsglied zwischen Lakkolith und Stock zu bezeichnen[2], obwohl ich im Zweifel darüber war, ob es nicht richtiger sei, für seine Lagerungsform einen besonderen Namen zu schaffen. Das Bestreben, nicht unnütz unsere Terminologie mit neuen Namen zu belasten, hielt mich indessen davon ab. Mittlerweile aber haben sich mir Erwägungen über die Ursachen der Verschiedenheit der Tiefengesteins-Lagerungsformen aufgedrängt, die es mir jetzt als gradezu nothwendig erscheinen lassen, einen besonderen Namen zu wählen. Ich schlage daher für Tiefengesteinsmassen, die sich nach unten trichterförmig verjüngen und unter deren Ränder die Sedimentschichten in der Weise einschiessen, dass die jüngsten Schichten in Berührung mit dem Tiefengestein stehen, den Namen »Ethmolith« vor, von ὁ ἠθμός, der Trichter.

Fig. II.



Ethmolith, im Verticalschnitt, schematisch, auf Grund der Lagerungsverhältnisse in der Adamellogruppe.

Die beistehenden Profile II und III sind schematische Verticalschnitte durch einen solchen Ethmolithen, der recht genau den Verhältnissen der Adamellogruppe entspricht.

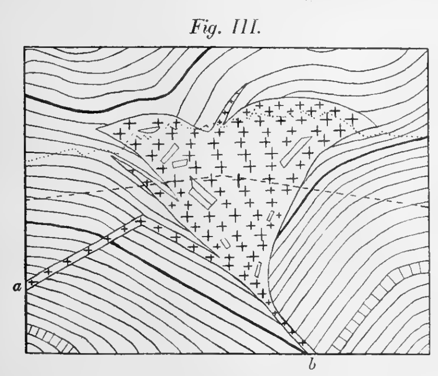
Was sich in den beiden Durchschnitten über der punktirten und unter der gestrichelten Linie befindet, ist Construction. Die punktirte Linie entspricht einer idealen Kammoberfläche, die gestrichelte etwa dem Niveau, bis zu dem die Erosion in den Thälern den Gebirgstheil angeschnitten hat. Die schraffirte Schicht ist auf beiden Seiten gleichalterig gedacht. Es sind absichtlich drei verschiedene Constructionen der Zufuhrkanäle ausgeführt, eine in Profil II, zwei von einander un-

[1] »Schichtflächen« will ich vorsichtigerweise nicht dafür sagen, obwohl sie sicher vielfach den Schichtflächen entsprechen.

[2] Tschermak's Mittheilungen, 1897, S. 172/173.

abhängig gedachte (*a* und *b*) in Profil III. In II verjüngt sich der Trichter ganz allmählich nach unten. Er ist, wie der Vergleich der Schichtlinien rechts und links zeigt, auf einer Verwerfung, die sich nach oben verliert, emporgedrungen. In III entspricht der schmale Zufuhrkanal *b* derselben Verwerfung. Er hat hier den Charakter eines normalen Ganges, wie sie Jaggar (a. a. O.) gleichfalls vielfach bei den Lakkolithen der Black Hills als Zufuhrkanäle annimmt. In III a durchbricht dagegen der Kanal nur zuerst als normaler Gang die Schichten, geht dann in einen Lagergang über, ohne indessen auf seinem Wege die Umgebung wesentlich zu verwerfen. Welche dieser drei Erklärungsversuche für die Adamellogruppe richtig ist, wage ich zur Zeit nicht zu unterscheiden. Möglich scheinen sie mir sämmtlich zu sein.

Fig. III.



Ethmolith, im Verticalschnitt, schematisch, auf Grund der Lagerungsverhältnisse in der Adamellogruppe.

Sehen wir von den in gewöhnlichen und Lagergängen auftretenden Tiefengesteinen, sowie von den mir immer noch sehr hypothetisch erscheinenden Batholithen ab, so haben wir also drei, in der Natur selbstverständlich nicht scharf von einander abgegrenzte Lagerungsformen der plutonischen Massen zu unterscheiden.[1] Für die Stöcke ist es charakteristisch, dass ihre Contactflächen keine regelmässige Beziehung zu den Schichtflächen benachbarter Sedimente aufweisen, für die Lakkolithen sind die flache Unterlage, die Aufwölbung der überlagernden Schichten zu mehr oder weniger regelmässigen Kuppeln und der freilich wohl auch nie ganz verwirklichte Parallelismus zwischen Contact- und Schichtflächen der umgebenden Sedimente die Hauptmerkmale, für die Ethmolithen die vorher angegebenen Eigenschaften.[2]

---

[1] Von Sederholm's »Taphrolithen« sehe ich nach den Ausführungen von Cohen und Deecke ab. Idding's »Bysmalithen« sind nach meiner Auffassung nur stockähnliche Ausfüllungsmassen der Zufuhrkanäle eines Lakkolithen oder Vulcanes; vergl. Monographs U. S. Geol. Survey 32, Theil II, 1899, S. 16 und Jaggar a. a. O., S. 289.

[2] Dieselben Lagerungsformen sind auch bei Intrusionen in präexistirendem Eruptivmaterial, besonders in Tuffen und Systemen von Lavadecken unterscheidbar. Die Schichtflächen der Tuffe, die oberen und unteren Flächen der Lavadecken, die Structurflächen plattig abgesonderter Eruptivgesteine werden dann die Rolle der »Schichtflächen« übernehmen.

Es ist nun von vorn herein klar, dass Lakkolithen von typischer Form nur im ungefalteten Gebirge entstehen können, da nur in diesem die Erhaltung einer horizontalen Basis denkbar ist. Von Stöcken aber könnte man sich vielleicht auch, theoretisch wenigstens, Bildung im ungefalteten Gebirge denken. Doch war es mir bisher nicht möglich, in der Litteratur derartige unbestrittene Fälle wirklich aufzufinden. So zeigen z. B. Hibsch's bereits citirte treffliche Untersuchungen in Nordböhmen, dass in ursprünglich ungestörtem Gebirge nach vorausgegangener Bildung von Lakkolithen und vielfacher Dislocation dann neben neuen Lakkolithen auch Stöcke entstehen können. Es handelt sich aber in diesem Falle eben um Schichtsysteme, die, wenn auch nicht durch tangentiale Bewegungen der Erdkruste, so doch durch lakkolithische Auffaltung oder Aufwölbung, wie man das nun nennen will, und durch Verwerfungen eine zum Theil weitgehende Störung erfahren haben. Man wird deshalb, sobald man echte Stöcke im gefalteten Gebirge beobachtet, wohl in den meisten Fällen ohne Weiteres, in den anderen mit ziemlich grosser Wahrscheinlichkeit annehmen dürfen, dass wenigstens eine erste Faltung der Schichten der Intrusion vorausgegangen ist. Und umgekehrt erscheint der Schluss berechtigt, dass in Schichten, die Lakkolithen enthalten, eine Faltung erst nach der Intrusion eingetreten sein kann.[1] Derartige Erwägungen bestimmten denn auch bereits den um die Erforschung der geologischen Verhältnisse böhmischer und alpiner Tiefengesteinsmassen sehr verdienten Ferdinand Löwl[2] dazu in dem Parallelismus zwischen den Contactflächen und den Schicht- oder Schieferungsflächen der umgebenden Gesteine, insbesondere aber in der Aufwölbung regelmässiger Kuppeln der letzteren über den Intrusivbildungen einen Beweis dafür zu sehen, dass die Intrusion vor Eintritt einer Faltung erfolgt sei. Diese Annahme ist indessen nicht in ihrer ganzen Ausdehnung zutreffend. Freilich, regelmässige Schichtkuppeln werden in der That nur in ungefalteten Schichtsystemen entstehen können. Dass aber auch in Schichtcomplexen, die lange vor der Intrusion gefaltet waren, noch nachträglich eine weitgehende Anpassung der Schichtstellungen an die Contactflächen stattfinden kann, dafür ist der Beweis in sehr ausgiebiger Weise grade für den Adamellotonalit erbracht worden.[3] Es kann höchstens strittig sein, ob diese Anpassung der Schichten während der Intrusion durch den Druck des eingepressten Magmas oder aber nach

[1] Dabei wird natürlich von der durch die Intrusion selbst bewirkten Aufwölbung der Schichten abgesehen.

[2] A. a. O.

[3] Tschermak's Mittheilungen 17, 1887, S. 129/130 und an vielen anderen Orten, besonders in diesen Berichten 1901, S. 175/176.

ihr durch allgemeine Gebirgsbewegungen stattgefunden hat. Ich habe mich am angegebenen Orte bereits darüber ausgesprochen und möchte hier nur hervorheben, dass ich beiden Factoren in dieser Hinsicht eine Wirkung zuschreibe, den magmatischen Druck aber für den bei Weitem überwiegenden Hauptfactor halte.

Diese Betrachtungen leiten nun von selbst zu der weiteren Frage über, unter welchen Bedingungen denn die hier geschilderte ethmolithische Lagerungsform zu Stande gekommen sein mag. Die Antwort auf diese Frage scheinen mir die Lagerungsverhältnisse der den Mantel des Adamellomassivs bildenden Sedimente zu geben.

Die in unserem Gebiete selbst und in seiner weiteren Umgebung auftretenden Perm- und Triasschichten haben nachweislich vor der Tertiärzeit keine Faltungen durchgemacht. Sie sind in der weiteren Umgebung des Massivs nur in relativ unbedeutende, nicht sehr steile Faltenzüge geworfen. Um so auffälliger ist es, dass diese aus den Bergamasker Alpen her ungefähr ost westlich heraustreibenden Falten in der directen Umgebung des Tonalites aus ihren Richtungen abgelenkt werden und dass dort regelmässig steile Schichtstellungen und Falten auftreten. Besonders auffällig aber ist es, dass in der Nähe des Tonalites ganz besonders die Schichten des mächtigen unteren Muschelkalkes in ausserordentlich complicirter Weise zickzackartig gefaltet sind, und zwar in viel höherem Maasse als die nächst jüngeren und älteren Schichten. In dieser Hinsicht liefern die riesigen Wände der Schlucht östlich der Malga Valbona[1] am Fusse des Monte Frerone ein sehr lehrreiches Beispiel, das sich aber von zahlreichen anderen Punkten nur durch die besonders grossartigen Aufschlüsse unterscheidet. Die am weitesten vom Tonalit entfernte Stelle, an der ich derartig complicirte Faltung des unteren Muschelkalkes beobachtete, liegt westlich von Losine am Fusse des Concarena. Aber schon bei Esine, südlich von Breno, und auf dem Monte Elto, westlich von Cedegolo, zeigt der untere Muschelkalk nur die relativ unbedeutenden Falten der ihn unter- bez. überlagernden Schichtsysteme. Zum Theil beruht diese seltsame Erscheinung[2] darauf, dass der untere Muschelkalk der Val Camonica im Gegensatz zu seiner judicarischen Facies durch eine ausserordentlich dünnschichtige Wechsellagerung reinerer schwarzer Kalke mit dünnen Ebenflächen oder knolligen thonigen Lagen ausge-

[1] Nicht zu verwechseln mit Val Buona östlich der Val Daone.

[2] Dass es sich hier nicht um die mir wohlbekannten, neulich von Koken beschriebenen gekröseartigen Falten in horizontalen Schichten handelt, die mit der Gebirgsfaltung nicht in Beziehung stehen, geht schon aus ihrem Fehlen in grösserer Entfernung von dem Tonalit hervor. Vergl. Neues Jahrb. für Mineralogie, Centralblatt 1902, S. 74—81.

zeichnet ist. eine Eigenschaft, die offenbar eine höhere Plasticität hervorruft und complicirte Faltung begünstigt. Diese Thatsache allein erklärt aber nicht das Fehlen der letzteren in grösserem Abstande vom Tonalit. Sie kann möglicherweise darauf beruhen, dass sich der Tonalit innerhalb der Schichthöhe des plastischeren Muschelkalkes seitlich mehr ausgedehnt hat als in den über- und unterlagernden Schichten und ihn darum unter Auflüftung der höheren Schichtsysteme stärker als diese in Falten warf.

Wie das aber auch sein mag, jedenfalls zeigt auch der Unterschied in der Faltungsintensität des Perm und der übrigen Triasschichten in Nähe und Ferne vom Contacte, dass die Intrusion und die steilen Stellungen der dem Tonalite benachbarten Schichten in einem untrennbaren Zusammenhange stehen.

Diese Annahme findet eine weitere Bestätigung darin, dass, wie schon erwähnt. die im Carbon lange vor der Intrusion des Tonalites gefalteten krystallinen Schiefer in der Nähe des Contactes gleichfalls ein sehr auffälliges Bestreben zeigen. ihre geologischen Richtungen denen der Contactfläche anzupassen. Es kann also kein Zweifel darüber bestehen, dass die intensive Aufrichtung und Faltung der den Tonalit-Ethmolithen unmittelbar umgebenden Schichten und dessen Intrusion gleichzeitig stattgefunden haben.

Die nächste sich unmittelbar hieran anknüpfende Frage ist nun die, ob die von der Intrusion unabhängige flachere Faltung der Bergamasker und Südtiroler Schichtsysteme des Perms und Mesozoicums in der weiteren Umgebung der Adamellogruppe vor, nach oder während der Intrusion stattgefunden hat, eine Frage, deren Entscheidung natürlich auch für die Altersbestimmung des Tonalites fundamental ist, da diese Faltung zweifellos im Tertiär erfolgte.

Die erste Annahme, dass die Faltung vor der Intrusion stattgefunden habe. scheint mir im Hinblick auf die Schichtstellungen der Sedimente in der Umgebung und auf der Oberfläche des Tonalitmassivs an sich wohl möglich zu sein. Nun habe ich aber bereits früher zu zeigen gesucht, dass Intrusionen derartig grosser Tiefengesteinsmassen nur im Zusammenhang mit energischen Bewegungen der Erdkruste stattfinden können, da ich trotz der geistvollen, aber bisher vollständig in der Luft schwebenden Hypothese Stübel's und der sehr interessanten, aber bisher doch auch nur hypothetischen Darlegungen von Rothpletz[1] noch immer keine andere Ursache von plutonischen

[1] Über die Möglichkeit, den Gegensatz zwischen der Contractions- und Expansionstheorie aufzuheben. Sitzungsber. der Münchener Akad. der Wissenschaften 1902. S. 311—325.

Intrusionen als hydrostatischen, durch relative Verschiebungen von Erdkrustenschollen erzeugten Druck anerkennen kann. Dazu reichen aber auch die continentalen Auf- und Abschwankungen, wie sie sich in Transgressionen aussprechen, nicht aus. Und so bliebe in unserem Falle als Zeit der Tonalitintrusion nur die Zeit der zweiten tertiären Alpenfaltungsphase, das Miocän, übrig. Dieser Annahme widerspricht indessen das passive Verhalten des Tonalites gegenüber der Judicarien- und Tonalelinie, da wenigstens zur Zeit, trotz des gelegentlichen Auftretens von Erdbeben in der Nähe dieser gewaltigen Störungslinien, doch keine Gründe vorliegen, die die Fortdauer grösserer Verschiebungen an ihnen bis zum heutigen Tage wahrscheinlich machten.

Deshalb will ich die Möglichkeit dieser ersten Annahme zwar nicht ganz bestreiten, halte sie aber für recht unwahrscheinlich.

Anders liegt es bei dem zweiten Falle. Hat die Intrusion vor den tertiären[1] Faltungen stattgefunden, lagen also die Sedimentschichten bei der Intrusion horizontal, dann verstehe ich nicht, wie die im Eingange dieser Arbeit geschilderten Schichtstellungen der auf der Oberfläche des Tonalitmassivs erhaltenen Sedimente der Rossula, der Cima di Blumone und des Zincone zu erklären sind. Es handelt sich bei diesen steil aufgerichteten Schichten, wie schon hervorgehoben, ja nicht etwa um isolirte Schollen, die ursprünglich ganz vom Tonalit umschlossen waren und erst später durch die Denudation oberflächlich freigelegt wurden.[2] Es sind vielmehr unzweifelhafte Reste der alten Kruste des Tonalites, die sich von der Cima di Blumone bis in das zusammenhängende Sedimentgebiet ausserhalb des Tonalitmassivs verfolgen lassen. Auch die primäre Natur des Contactes im Gegensatz zu der etwaigen Annahme flacher Überschiebungen ist durch Contactmetamorphose der Sedimente und Apophysen des Eruptivgesteins in ihnen sicher festgestellt. Lagen diese Schichten wirklich bei der Intrusion horizontal, so hätten sie zu regelmässigen Kuppeln aufgewölbt werden müssen. Nicht ein Ethmolith, ein Lakkolith wäre entstanden.

Aber auch noch aus einem anderen Grunde ist die zweite Annahme nicht zu halten. Existirte das Adamellomassiv vor den tertiären Faltungen des Gebirges, so musste die riesige starre Tonalit-

---

[1] Anzeichen cretaceischer Faltung fehlen in dem hier in Frage kommenden Gebiete der Südalpen ganz, während sie in den Nordalpen bekanntlich nachweisbar sind. Vergl. Rothpletz, Querschnitt durch die Ostalpen, S. 193—200.

[2] Diese Annahme ist für die grossen Schieferschollen, die auf den erzgebirgischen Granitmassen auftreten, gemacht worden und dort zwar nicht zu beweisen, aber wohl auch nicht zu widerlegen.

masse, wie das früher auch thatsächlich behauptet worden ist, als ein stauender die ost-west streichenden Faltenwellen des Sedimentgebirges stören. Der Zusammenschub hätte sich westlich des Massivs in anderer Weise vollziehen müssen als in seinem Meridian. Eine Zerreissung der Sedimentfalten oder wenigstens eine stark ausgeprägte Auslenkung wäre unvermeidlich gewesen. Etwa in der Val Camonica zwischen Edolo und Breno sollten wir eine nord-süd streichende Blattverwerfung oder ein Flexurblatt[1] finden.

Von alledem aber ist nichts vorhanden. Die gewaltige Trias-Perm-Mulde zwischen Monte Elto im Norden und Concarena im Süden lässt sich genau im Streichen bis unmittelbar an den Tonalit heran verfolgen, und erst in dessen nächster Nähe tritt die vorher geschilderte Umbiegung und Umfaltung der Schichten auf. Aus allen diesen Gründen muss ich die zweite Annahme für unmöglich erklären.

Es bleibt nur noch die dritte zu besprechen. Kann die Faltung der Schichtsysteme gleichzeitig mit der Tonalitintrusion stattgefunden haben? Ich muss bekennen, dass mir diese Annahme alle Schwierigkeiten der beiden anderen auf die einfachste und natürlichste Weise zu beseitigen und die in der Natur beobachteten Lagerungsverhältnisse am leichtesten, ja gänzlich ungezwungen zu erklären scheint. Es ist das aber genau dieselbe Annahme, die ich schon 1899[2] ausgesprochen habe.

Ich will nur noch kurz auf einige Einwände eingehen, die seitdem gegen meine Anschauungen erhoben worden sind, obwohl ich mir eine ausführlichere Behandlung der einzelnen Einwürfe erst an anderer Stelle werde erlauben können.

Auf mündlichem Wege wurde mir von einer beachtenswerthen Seite ausgesprochen, dass ein sicherer Beweis für das tertiäre Alter des Tonalites überhaupt nur dadurch zu geben sei, dass man Einschlüsse unzweifelhaft tertiärer Gesteine im Tonalit auffände. Vor einem derartigen Nachweis sei ein tertiäres Alter unglaublich.

Ich muss nun gestehen, dass mir dieser Einwand nicht stichhaltig erscheint. Die Bezeichnung »Tiefengestein« rührt davon her, dass das betreffende Magma im Erdinnern tief unter den Sedimenten erstarrte, die sich gleichzeitig an der Erdoberfläche bildeten. Unmöglich konnten also Bruchstücke von ihnen in das Tiefengestein gelangen. Ich würde umgekehrt aus Einschlüssen eines bestimmten Sedimentes den Schluss ziehen, dass das Tiefengestein jünger sein muss als das Sediment, meist sogar wohl wesentlich jünger. Im Übrigen scheint

[1] Vergl. Heim und Margerie, Die Dislocationen der Erdrinde, S. 75. Zürich 1888.
[2] Diese Berichte 1899, S. 88.

mir bei dieser Vorstellung noch immer die alte wohl verständliche, aber nicht mehr berechtigte Tradition eine Rolle zu spielen, wonach granitische Gesteine alt sein müssen. Nur mit Widerwillen oder nur ausnahmsweise, oder doch nur für »exotische« Länder, wird bei diesem Standpunkt die Möglichkeit des Auftretens jüngerer Granite und ihnen verwandter Tiefengesteine zugegeben.

Ich stehe nun keineswegs auf dem umgekehrten Standpunkt. Ich wende mich vielmehr nur dagegen, dass man beim gänzlichen Fehlen von Beweisen für hohes oder junges Alter stets ein hohes annimmt und beim Fehlen stricter Beweise den Wahrscheinlichkeitsbeweisen nur, wenn sie für hohes Alter sprechen, eine Berechtigung zugestehen will.

Weitere Einwände gegen meine Auffassung sind von einem der besten Kenner der Adamellogruppe, dem um ihre Erforschung hochverdienten Lepsius, in einem gedankenreichen Aufsatze erhoben worden.[1] Zum Theil beruht die Lepsius'sche Kritik indessen nur auf einem scheinbaren Gegensatze. Mein Schluss war nicht, wie Lepsius meint, einfach der folgende: »Da die Triasschichten der Südalpen vor der tertiären Alpenfaltung keine grösseren Gebirgsbewegungen durchmachten, und da die Triasschichten unzweifelhaft contactmetamorph verändert sind, also vor dem Tonalit vorhanden waren, so ist der Tonalit tertiären Alters.« Ich stützte mich vielmehr darauf, dass zwei steilstehende Zonen von Triassedimenten in den mit ihnen in Primärcontact befindlichen Tonalit viele Kilometer weit in einer Weise eindringen, dass sie »ihre steile Schichtstellung entweder zur Zeit der Tonalitintrusion schon besessen oder gleichzeitig mit ihr erhalten haben« müssen. Ihre Aufrichtung zu der für sie charakteristischen Stellung schien mir aber schon damals nur zur Zeit der tertiären Alpenfaltung möglich zu sein, und die in dieser Arbeit beschriebenen neuen Beobachtungen bestätigen diese Auffassung. Unter »grösseren Gebirgsbewegungen« verstand ich auch nicht das langsame Auf- und Abwärtsschwanken der ganzen Erdkrustenregion, wie es in den von Lepsius herangezogenen Faciesänderungen des gesammten Mesozoicums in verticaler Richtung zum Ausdruck kommt, sondern ich meinte damit Faltung und Schollenbildung durch Verwerfungen, brachte das auch auf S. 40/41 der betreffenden Arbeit zum Ausdruck. Lepsius hebt nun sehr zutreffend hervor, dass schon während des Mesozoicums eine Zerstückelung der südalpinen Sedimentplatte durch Verwerfungen stattfand und dass die verschiedenen Schollen verschieden stark absanken. Er fügt hinzu: »Die Mechanik der Bewegungen eines absinkenden

[1] Notizblatt des Vereins für Erdkunde zu Darmstadt 4, 1898, S. 50—55.

Schollengebirges scheint mir nun ganz besonders geeignet zu sein, tief durchgreifende Spalten und horizontal ausgebreitete Hohlräume zu erzeugen — grade im Gegensatz zu der Mechanik des Faltengebirges, durch welche die betroffenen Erdmassen vielmehr zusammengepresst statt aufgespalten und aufgeblättert werden . . . . Wenn das Gewölbe hängen bleibt in der Stauung . . . ., so erhalten wir einen Hohlraum zwischen dem oberen hängengebliebenen und dem unteren tiefer gegen den Mittelpunkt der Erde eingesunkenen Theil der Scholle. Der obere Theil der Scholle befindet sich alsdann in derjenigen schwebenden Lagerung, welche wir in der Regel über der Oberfläche eines Lakkolithen beobachten, während der tiefer abgesunkene Theil der Scholle die Unterlage des Lakkolithen bilden würde.«

Grade dieser Gedankengang beweist nach den in der vorliegenden Arbeit neu mitgetheilten Beobachtungen über die Lagerungsverhältnisse in der Adamellogruppe, dass die Entstehung des Tonalitmassivs nicht auf diese Weise erfolgt sein kann. Die Deckschichten liegen nicht horizontal oder auch nur flach, sondern sie stehen steil und schneiden an der Tonalitoberfläche vielfach beinahe rechtwinklig ab. Die Unterfläche der Tonalitmasse ist nicht flach oder einseitig geneigt, sondern, obwohl der Primärcontact an den allermeisten Stellen für sie unzweifelhaft erwiesen ist, trichterförmig gestaltet. Eine stockförmige seitliche Begrenzung, wie sie bei der von Lepsius vorausgesetzten Entstehung vorhanden sein müsste, ist nirgends nachweisbar. Es ist aber zuzugeben, dass der Gebrauch des Namens »Lakkolith« für die Adamellotonalitmasse derartige, nicht mit den thatsächlichen Verhältnissen im Einklange stehende Vorstellungen hervorrufen muss. Das ist ja grade einer der Gründe, warum ich an dieser Stelle für so abweichend gestaltete Massen die Bezeichnung »Ethmolith« in Vorschlag gebracht habe.

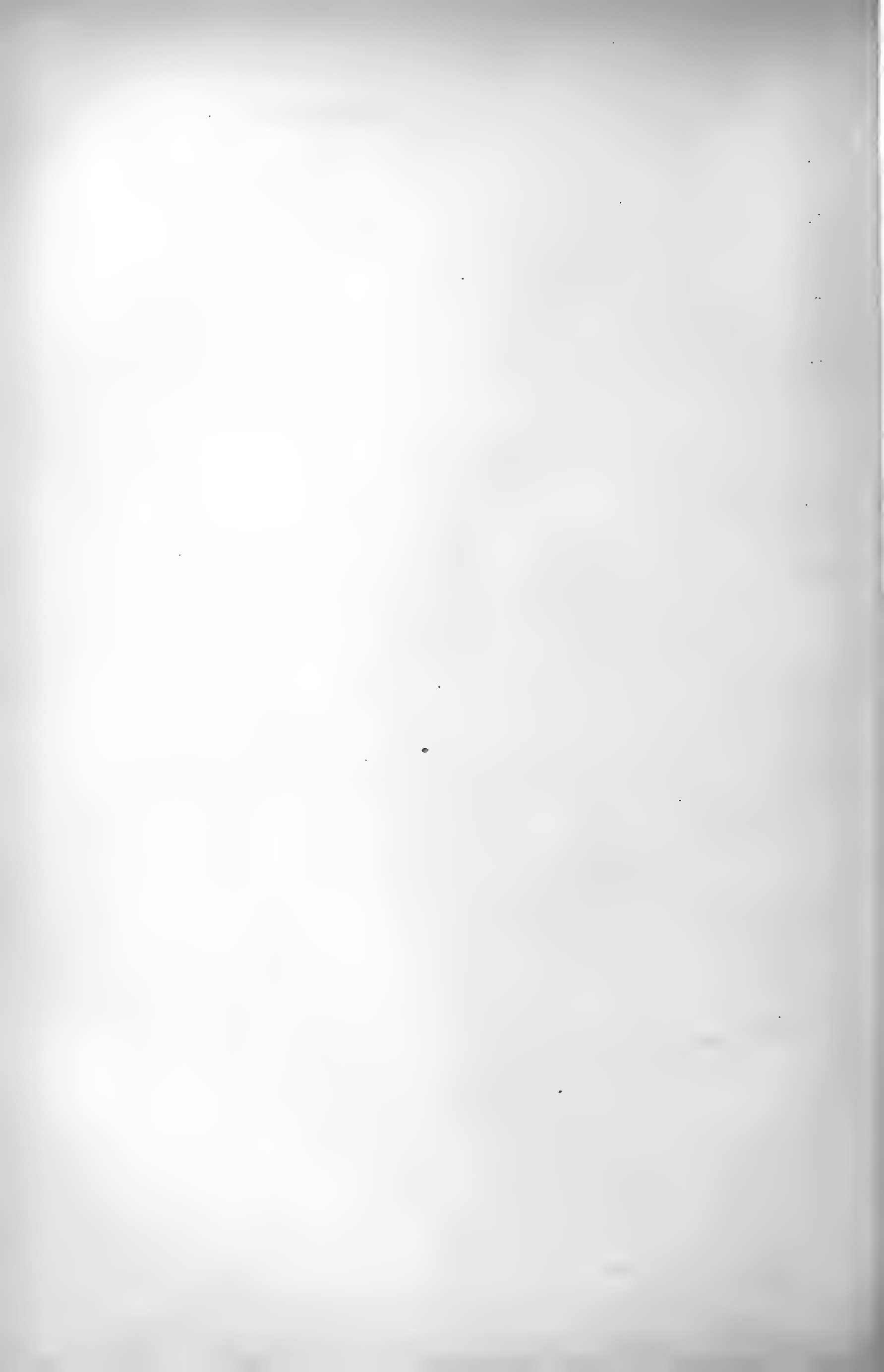
Vergleicht man aber die klaren und in ihren allgemeinen Folgerungen entschieden zu berücksichtigenden Darstellungen der Lepsius-schen Arbeit mit den in der vorliegenden Untersuchung gemachten Erwägungen, so drängt sich wohl unabweislich die Vermuthung auf, dass die Entstehung der ethmolithischen Lagerungsform geknüpft ist an die Vereinigung und den gleichzeitigen Eintritt von Faltung und Intrusion, wobei indessen selbst vorangehende frühere Faltungen, wie die krystallinen Schiefer der nördlichen Adamellogruppe zeigen, die Herausbildung der Trichtergestalt keineswegs zu verhindern brauchen.

Es ist mir leider nicht möglich, an dieser Stelle bereits auf eine Reihe von weiteren, zum Theil sehr interessanten und wichtigen Beob-

achtungen bez. Darlegungen einzugehen, die von BALTZER[1], DE STEFANI, OGILVIE-GORDON, ROMBERG, TRENER und VON WOLFF veröffentlicht worden sind und für die Altersfrage der peradriatischen granitisch-körnigen Massen berücksichtigt werden müssen. Sie sollen bei der ersten Gelegenheit eine eingehende Besprechung erfahren.

---

[1] Soeben geht mir die neue Arbeit von BALTZER: »Die granitischen Intrusivmassen des Aarmassivs« (Neues Jahrb. f. Miner. Beilage, Bd. 16, 1903, S. 292—324), Dank der Freundlichkeit des Verfassers, zu. Ich konnte sie, da die vorliegende Arbeit bereits abgeschlossen war und zum Druck abgesendet werden musste, leider nicht mehr berücksichtigen.



1903.
XV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

12. März. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Vahlen.

*1. Hr. Stumpf las »Über den Willensbegriff« III.

Im Verfolg der früher erläuterten Unterscheidung des Begehrens vom passiven Fühlen wird das Wollen als ein Begehren definirt, dessen Gegenstand unter dem Allgemeinbegriff eines Wertes und dem einer Wirkung des Begehrungsactes vorgestellt wird. Es wird die Entstehung dieser Begriffe erläutert und dargelegt, wie auf diesen Merkmalen alle höhere praktische und ethische Entwickelung ruht.

2. Der Vorsitzende legte vor Themistii in parva naturalia commentarium. Ed. P. Wendland. Berolini 1903.

Ausgegeben am 19. März.

* Erscheint nicht in den Schriften der Akademie.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

XVI. XVII. XVIII.

19. 26. März 1903.

BERLIN 1903.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«.

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav **regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung.** Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten.

§ 6.

1. Für die Aufnahme einer wissenschaftlichen Mittheilung in die Sitzungsberichte gelten neben § 41, 2 der Statuten und § 28 dieses Reglements die folgenden besonderen Bestimmungen.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammt-Akademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stöcke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

1. Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden.

2. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies nach den geltenden Rechtsregeln zusteht, so bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammt-Akademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

5. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 11.

1. Der Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrucke mit einem Umschlag, auf welchem der Kopf der Sitzungsberichte mit Jahreszahl, Stücknummer, Tag und Kategorie der Sitzung, darunter der Titel der Mittheilung und der Name des Verfassers stehen.

2. Bei Mittheilungen, die mit dem Kopf der Sitzungsberichte und einem angemessenen Titel nicht über zwei Seiten füllen, fällt in der Regel der Umschlag fort.

3. Einem Verfasser, welcher Mitglied der Akademie ist, steht es frei, auf Kosten der Akademie weitere gleiche Sonderabdrucke bis zur Zahl von noch hundert, und auf seine Kosten noch weitere bis zur Zahl von zweihundert (im ganzen also 350) zu unentgeltlicher Vertheilung abziehen zu lassen, sofern er diess rechtzeitig dem redigirenden Secretar angezeigt hat; wünscht er auf seine Kosten noch mehr Abdrucke zur Vertheilung zu erhalten, so bedarf es der Genehmigung der Gesammt-Akademie oder der betreffenden Classe. — Nichtmitglieder erhalten 50 Freiexemplare und dürfen nach rechtzeitiger Anzeige bei dem redigirenden Secretar weitere 200 Exemplare auf ihre Kosten abziehen lassen.

§ 28.

1. Jede zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Wenn schriftliche Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder direct bei der Akademie oder bei einer der Classen eingehen, so hat sie der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

[Aus Stat. § 41, 2. — Für die Aufnahme bedarf es einer ausdrücklichen Genehmigung der Akademie oder einer der Classen. Ein darauf gerichteter Antrag kann, sobald das Manuscript druckfertig vorliegt, gestellt und sogleich zur Abstimmung gebracht werden.]

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte, jedoch nicht für die darin aufgenommenen kurzen Inhaltsangaben der gelesenen Abhandlungen verantwortlich. **Für diese wie für alle übrigen Theile der Sitzungsberichte sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.**

Die Akademie versendet ihre »Sitzungsberichte« an diejenigen Stellen, mit denen sie im Schriftverkehr steht, wofern nicht im besonderen Falle anderes vereinbart wird, jährlich drei Mal, nämlich:

die Stücke von Januar bis April in der ersten Hälfte des Monats Mai,

» » » Mai bis Juli in der ersten Hälfte des Monats August,

» » » October bis December zu Anfang des nächsten Jahres nach Fertigstellung des Registers.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1903.

XVI.

19. März. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Vahlen.

*1. Hr. Schmidt las über »Die Mummenschanz im zweiten Theile des Faust«.

Entstehung und Composition wurden kurz behandelt, die Motive aus dem »Römischen Carneval« und den florentinischen »Trionfi« genauer, als es seit Bayer's erster Quellenforschung geschehen ist, erörtert.

2. Hr. von Wilamowitz-Moellendorff überreichte des Timotheos Perser aus einem Papyrus von Abusir im Auftrage der deutschen Orientgesellschaft von ihm herausgegeben (Leipzig 1903) und erläuterte die Bedeutung des Fundes.

3. Hr. Waldeyer überreichte im Auftrage des Verfassers eine Abhandlung des Hrn. Prof. Dr. O. Walkhoff (München) »die diluvialen menschlichen Kiefer Belgiens«, Wiesbaden 1903, sowie die von ihm selbst verfasste Schrift »Die Geschlechtszellen« Jena 1903.

4. Der Vorsitzende legte den von dem correspondirenden Mitgliede Hrn. Koenigsberger eingesendeten 2. Band seiner Biographie von Hermann von Helmholtz vor, erschienen Braunschweig 1903.

Die Akademie hat das auswärtige Mitglied der philosophisch-historischen Classe Hrn. Gaston Paris in Paris am 6. März durch den Tod verloren.

Ausgegeben am 2. April.



1903.
XVII.

SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

26. März. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Vahlen.

1. Hr. Erman legte Beiträge zur Erklärung des grossen Papyrus Harris vor. (Ersch. später.)

Dieser Papyrus, der die Wohlthaten König Ramses' III. (um 1200 v. Chr.) gegen Götter und Menschen aufzählt, ist für das Grab dieses Herrschers geschrieben worden und sollte den toten König den Göttern empfehlen. Von den Listen, die den allgemeinen Abschnitten als Belege beigegeben sind, enthält jedesmal die erste die Bestätigung des Vermögens des betreffenden Tempels. Wir lernen damit den Umfang dieser Tempelvermögen kennen. Sie erweisen sich als sehr bedeutend; die Götter von Theben besassen mindestens ein Zehntel aller Äcker Aegyptens und die von Heliopolis und Memphis zusammen mindestens ein Fünfzigstel.

2. Hr. Pischel legte eine Abhandlung des Hrn. Prof. Dr. Geldner in Berlin vor: Das achtzehnte Kapitel des Vendidād. (Ersch. später.)

Der Verfasser nimmt eine philologische Nachprüfung der Bearbeitungen von Haug und Darmesteter vor, die eine grosse Anzahl neuer sprachlicher und sachlicher Erklärungen ergiebt.

Ausgegeben am 2. April.



1903.
XVIII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

26. März. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Waldeyer.

1. Hr. Frobenius las: Über die charakteristischen Einheiten der symmetrischen Gruppe.

Die allgemeine Theorie der charakteristischen Einheiten einer Gruppe wird ausführlich entwickelt, und es werden besonders die Einheiten untersucht, die sich aus den Einheiten von einer und von zwei Untergruppen ableiten lassen.

Für die symmetrische Gruppe ergeben sich solche Einheiten in besonders einfacher Weise aus zwei Untergruppen, die zwei associirten Zerlegungen des Grades in positive Summanden entsprechen. Mit ihrer Hülfe werden die Charaktere dieser Gruppe auf einem neuen Wege berechnet, und dann werden ihre Werthe mit denen verglichen, die früher auf anderem Wege erhalten waren.

2. Hr. van't Hoff las über die Bildungsverhältnisse der ozeanischen Salzablagerungen. XXX. Die isomorphen Mischungen: Glaserit, Arkanit, Aphtalose und Natronkalisimonyit.

Gemeinschaftlich mit Dr. H. Barschall wurde festgestellt, dass Glaserit, Arkanit und Aphtalose Glieder einer isomorphen Reihe sind, welche sich zwischen Kalium- und Natriumsulfat ausdehnt, ohne die Endglieder zu erreichen. Bei Sättigung an Chlornatrium und 25° entspricht $(\frac{2}{3}K\frac{1}{3}Na)SO_4$ der Zusammensetzung, welche auch Kubierschky beobachtete. Eine zweite Isomorphie bei Astrakanit und Leonit schliesst sich den Endgliedern an und erreicht, ausgehend von Astrakanit, nur einen geringen Kaliumgehalt, wie auch Koechlin fand. Dagegen ist Leonit im Stande, eine bedeutende Menge Natrium aufzunehmen, welche im Grenzfall durch die Formel $(\frac{3}{2}K\frac{1}{2}Na)Mg(SO_4)_2 4H_2O$ zum Ausdruck kommt.

3. Hr. Schwendener legte eine Mittheilung des Hrn. Dr. Friedrich Tobler »über Polymorphismus von Meeresalgen« vor.

Der Verfasser behandelt den Einfluss äusserer Factoren auf das Wachsthum von Florideen und eröffnet Ausblicke auf das Zustandekommen habituell verschiedener Typen in Folge der nach Standort und Jahreszeit wechselnden Lebensbedingungen.

4. Hr. Engler legte der Classe vor die Hefte 12 und 13 des »Pflanzenreich«, von denen das erste die Bearbeitung der *Orchidaceae — Pleonandrae* durch Hrn. E. Pfitzer, correspondirendes Mitglied der Akademie, das zweite die Bearbeitung der *Eriocaulaceae* durch Hrn. Dr. W. Ruhland enthält. Hr. Pfitzer wird die Bearbeitung der *Orchidaceae* theils selbst fortsetzen, theils mit Hülfe anderer Mitarbeiter.

Über die charakteristischen Einheiten der symmetrischen Gruppe.

Von G. Frobenius.

In meiner Arbeit *Über die Charaktere der symmetrischen Gruppe*, Sitzungsberichte 1900, (im Folgenden *Sym.* citirt), stelle ich eine ganze Function mehrerer Variabeln auf, deren Entwicklungscoefficienten die Werthe der k Charaktere der symmetrischen Gruppe $\mathfrak{H}$ des Grades n sind für eine bestimmte der k Classen, worin die $h = n!$ Substitutionen von $\mathfrak{H}$ zerfallen. Die k verschiedenen Charaktere $\chi^{(\varkappa)}$ können den k Zerlegungen der Zahl n in positive Summanden $n = \varkappa_1 + \varkappa_2 + \cdots + \varkappa_\mu$ zugeordnet werden. Besteht die ρ^{te} Classe aus allen Substitutionen, die $\alpha, \beta, \gamma, \cdots$ Cyklen der Grade $1, 2, 3, \cdots$ enthalten, so erscheint jeder einzelne Charakter χ_ρ als ganze Function der Zahlen $\alpha, \beta, \gamma, \cdots$. Der zu $(\varkappa)$ associirten Zerlegung $n = \varkappa'_1 + \varkappa'_2 + \cdots + \varkappa'_\nu$ entspricht der zu $\chi^{(\varkappa)}$ associirte Charakter $\chi^{(\varkappa')}$. Diese Beziehung ist aber aus der für χ_ρ gegebenen Formel nur durch recht umständliche Betrachtungen abzuleiten.

Es giebt nun eine zweite, von der dort entwickelten durchaus verschiedene Darstellung der k^2 Zahlen $\chi_\rho^{(\varkappa)}$. Darin erscheint $\chi^{(\varkappa)}$ für eine bestimmte der k Classen als Function der Zahlen $\varkappa_1, \cdots \varkappa_\mu, \varkappa'_1, \cdots \varkappa'_\nu$, die symmetrisch oder alternirend ist, je nachdem die Substitutionen der Classe gerade oder ungerade sind. Die Art der Abhängigkeit lässt sich in überraschend einfacher Weise beschreiben und ableiten und ist in den Sätzen I, II und III des § 8 ausgesprochen. Aber es dürfte nicht leicht sein, sie, wie bei der ersten Darstellung, in Gestalt fertiger Formeln auszudrücken (vergl. § 12).

Jedem der k Charaktere χ entspricht eine primitive Darstellung der Gruppe $\mathfrak{H}$ durch lineare Substitutionen. Um diese zu erhalten, reicht aber die Kenntniss der k Werthe χ_ρ nicht aus, sondern dazu muss noch ein anderes System von h Zahlen berechnet werden, wofür ich hier den Namen einer für die Gruppe $\mathfrak{H}$ *charakteristischen Einheit* einführe. Aus den h Werthen, die eine solche Einheit für die h Elemente von $\mathfrak{H}$ besitzt, lassen sich die k Werthe, die der entsprechende Charakter χ für die k Classen von Elementen annimmt, ohne Weiteres

erhalten. Ein gewisser Vorzug der hier gegebenen Methode vor der früheren besteht darin, dass sie in der einfachsten Art für jede primitive Darstellung der symmetrischen Gruppe eine charakteristische Einheit giebt. Wie sich dabei zeigt, kann man die h linearen Substitutionen jeder primitiven Darstellung der symmetrischen Gruppe so wählen, dass ihre Coefficienten sämmtlich rationale Zahlen sind.

In § 1 und § 2 setze ich die Eigenschaften der für eine Gruppe charakteristischen Einheiten ausführlicher auseinander, als in meinen Arbeiten *Über die Darstellungen der endlichen Gruppen durch lineare Substitutionen*, Sitzungsberichte 1897 und 1899, (im Folgenden *D.*I. und *D.*II. citirt). Die primitiven Einheiten, die ich dort allein betrachtet habe, untersuche ich genauer in § 2. In § 3 betrachte ich die Einheiten, die aus Einheiten einer Untergruppe erhalten werden, und gelange dadurch zu neuen Beweisen für die Sätze, die ich in meiner Arbeit *Über Relationen zwischen den Charakteren einer Gruppe und denen ihrer Untergruppen*, Sitzungsberichte 1898, (im Folgenden *Rel.* citirt) entwickelt habe. In § 4 und § 5 ziehe ich aus meiner früheren Darstellung der Charaktere der symmetrischen Gruppe einige Folgerungen, mit deren Hülfe ich in § 6 und § 8 auf zwei verschiedenen Wegen die neue Darstellung ableite.

In dem zweiten Theile der Arbeit nehme ich die ganze Untersuchung von Neuem auf, gebe eine von der früheren völlig unabhängige Herleitung der Charaktere, entwickle in § 7 den gedanklichen, in §§ 9—11 den formalen Inhalt der neuen Theorie und berechne endlich in § 12 nach dieser Methode die Werthe der Charaktere für einige specielle Classen.

§ 1.

Seien $R, S, T, \cdots$ die Elemente einer Gruppe $\mathfrak{H}$ der Ordnung h, und $(R), (S), (T), \cdots$ Matrizen n^{ten} Grades, die eine mit $\mathfrak{H}$ homomorphe Gruppe bilden. Sind dann $x_R, x_S, x_T, \cdots$ h unabhängige Variabele, so nenne ich die Matrix

$$(X) = (R)x_R + (S)x_S + (T)x_T + \cdots = \Sigma (R)x_R$$

die dieser *Darstellung* von $\mathfrak{H}$ *entsprechende* oder eine zur Gruppe $\mathfrak{H}$ *gehörige Matrix*. Seien $y_R, y_S, y_T, \cdots$ ein zweites System von h unabhängigen Variabeln, und sei

$$z_T = \Sigma\, x_R\, y_S \qquad (RS = T), \tag{1.}$$

worin R und S alle Elemente von $\mathfrak{H}$ durchlaufen, deren Product $RS = T$ ist. Ist dann $(Y) = \Sigma(R)y_R$ und $(Z) = \Sigma(R)z_R$, so ist $(X)(Y) = (Z)$,

und umgekehrt ist durch diese Gleichung (X) als eine zu $\mathfrak{H}$ gehörige Matrix charakterisirt. Ich habe mich in meinen Untersuchungen (D. I. und D. II.) auf den Fall beschränkt, wo die Determinanten der Matrizen (R), (S), (T), $\cdots$ von Null verschieden sind. Die benutzten Methoden lassen sich aber auch auf den Fall anwenden, wo diese Bedingung nicht erfüllt ist (am einfachsten, indem man (E) auf die Normalform bringt).

Ist die Darstellung eine *primitive*, so ist die Determinante der Matrix (X) ein *Primfactor* $\Phi(x)$ der Gruppendeterminante $|x_{RS^{-1}}|$. Ist $n = f$ der Grad von Φ, so bezeichne ich den Coefficienten von u^{f-1} in $\Phi(x+u\varepsilon)$, den ich die *Spur* der Primfunction Φ nenne, abweichend von meinen bisherigen Festsetzungen mit $\Sigma\, \chi(R^{-1})x_R$, und nenne $\chi(R)$ den der Primfunction Φ oder der betrachteten Darstellung entsprechenden (einfachen) *Charakter* von $\mathfrak{H}$.

Ist die Darstellung aber keine primitive, so kann eine ihr äquivalente Darstellung in eine Anzahl völlig bestimmter primitiver Darstellungen zerlegt werden. Findet sich darunter die dem Charakter $\chi^{(\lambda)}(R)$ entsprechende r_λ $(\geqq 0)$ Mal, so ist die Spur der Matrix (X) gleich $\Sigma\, \varphi(R^{-1})x_R$, worin

$$\varphi(R) = \sum_\lambda r_\lambda \chi^{(\lambda)}(R)$$

ein *zusammengesetzter Charakter* von $\mathfrak{H}$ ist. So nenne ich, zweckmässiger als früher, eine lineare Verbindung der Charaktere nur dann, wenn ihre Coefficienten *positive* $(\geqq 0)$ ganze Zahlen sind, weil nur einer solchen Verbindung eine Darstellung von $\mathfrak{H}$ entspricht.

Ein System von h Grössen a_R, die nicht alle verschwinden, und den Bedingungen

$$\Sigma\, a_R a_S = a_T \qquad (RS = T) \tag{2.}$$

genügen, nenne ich eine für die Gruppe $\mathfrak{H}$ *charakteristische Einheit*. Die Matrix h^{ten} Grades $A = (a_{RS^{-1}})$ genügt, ebenso wie jede zu $\mathfrak{H}$ gehörige Matrix für $x_R = a_R$, der Gleichung $A^2 = A$, ihre charakteristische Determinante

$$|u\,\varepsilon_{RS^{-1}} - a_{RS^{-1}}| = (u-1)^n\, u^{h-n}$$

zerfällt daher in lauter lineare Elementartheiler, mithin ist n der *Rang* von A. Ihre Spur ist ebenfalls

$$h a_E = n, \tag{3.}$$

da in einer Matrix die Summe der Hauptelemente der Summe der charakteristischen Wurzeln gleich ist. Ist also $a_E = 0$, so genügt A bereits der Gleichung $A = 0$. Damit folglich die Zahlen a_R nicht alle

verschwinden, ist nothwendig und hinreichend, dass a_E, also auch die Spur ha_E von Null verschieden ist.

Die Matrix h^{ten} Grades $X = (x_{RS^{-1}})$ heisst die *Gruppenmatrix*, die Matrix $\bar{X} = (x_{S^{-1}R})$ die *antistrophe Gruppenmatrix*. Die Matrizen X und $\bar{Y} = (y_{S^{-1}R})$ sind mit einander vertauschbar. Ist $Z = XY$, so ist $\bar{Z} = \bar{Y}\bar{X}$. Ist also $A^2 = A$, so ist auch $\bar{A}^2 = \bar{A}$.

Aus der Gleichung $XY = Z$ folgt daher $X\bar{A} . Y\bar{A} = Z\bar{A}$, und mithin ist

$$X\bar{A} = \bar{A}X = \bar{A}X\bar{A}$$

eine zur Gruppe $\mathfrak{H}$ gehörige Matrix (*D.* II, § 6). Ihre Spur ist $\sum\limits_{R,S} a_{S^{-1}R^{-1}S}\, x_R$, und folglich ist

$$(4.)\qquad \varphi(R) = \sum_S a_{S^{-1}RS} = \sum_\lambda r_\lambda \chi^{(\lambda)}(R)$$

ein zusammengesetzter Charakter von $\mathfrak{H}$. Ich nenne ihn den durch die *Einheit a_R bestimmten Charakter*. Ist $\varphi(R)$ ein einfacher Charakter, so nenne ich die Einheit a_R eine *primitive*. Da $\varphi(E) = ha_E$ ist, so ist

$$(5.)\qquad n = \sum r_\lambda f^{(\lambda)}$$

die Spur und zugleich der Rang der Matrix A.

Ich habe *D.* II, § 5 gezeigt, wie man einen und allgemeiner alle Einheiten finden kann, die einen gegebenen einfachen Charakter $\chi(R)$ bestimmen, und wie man mit Hülfe einer solchen Einheit eine dem Charakter $\chi(R)$ entsprechende primitive Darstellung von $\mathfrak{H}$ erhält. Aus diesen Entwicklungen ergiebt sich auch die allgemeinste Lösung der analogen Aufgaben für einen beliebigen zusammengesetzten Charakter $\varphi(R)$. Auf die Thatsache, dass jede Einheit einen (einfachen oder zusammengesetzten) Charakter von $\mathfrak{H}$ erzeugt, hat mich Hr. ISSAI SCHUR aufmerksam gemacht.

Ist $\chi(R)$ ein (einfacher) Charakter des Grades f, der in der Summe (4.) den Coefficienten r hat, so ist

$$\sum \varphi(R)\chi(S) = \frac{hr}{f}\chi(T) \qquad (RS = T).$$

Setzt man ferner

$$(6.)\qquad \left(\frac{f}{h}\chi(RS^{-1})\right) = J,$$

so ist diese Matrix mit jeder Gruppenmatrix vertauschbar und genügt der Gleichung $J^2 = J$. (Die Einheit $\frac{f}{h}\chi(R)$ bestimmt den Charakter $f\chi(R)$). Daher ist auch $(AJ)^2 = AJ$. Setzt man also

$$(7.)\qquad \sum a_R\chi(S) = \sum \chi(R)a_S = \frac{h}{f} b_T \qquad (RS = T)$$

oder einfacher $AJ = JA = B$, so ist auch b_R eine Einheit. Ferner ist

$$\frac{h}{f}\sum_U b_{U^{-1}TU} = \sum a_{U^{-1}RU}\,\chi(U^{-1}SU) = \sum a_{U^{-1}RU}\,\chi(S) = \sum \varphi(R)\chi(S),$$

und demnach ist

$$(8.)\qquad \sum_S b_{S^{-1}RS} = r\chi(R)$$

der von dieser Einheit bestimmte Charakter. Speciell ist $hb_E = rf$, also

$$(9.)\qquad \sum_R \chi(R^{-1})a_R = r$$

eine *positive* (≥ 0) ganze Zahl, der Coefficient von $\chi(R)$ in dem von A bestimmten zusammengesetzten Charakter $\varphi(R)$.

Ist $\varepsilon_E = 1$, aber $\varepsilon_R = 0$, wenn R von dem Hauptelement verschieden ist, so ist ε_R eine den Charakter

$$(10.)\qquad h\varepsilon_R = \sum_\lambda f^{(\lambda)}\chi^{(\lambda)}(R)$$

bestimmende Einheit. (*Über Gruppencharaktere*, § 3, (5.), (6.)). Die Matrix $E = (\varepsilon_{RS^{-1}})$ ist die Hauptmatrix. Ist aber $A^2 = A$, so ist auch $(E-A)^2 = E-A$. Daher ist $\varepsilon_R - a_R$ eine Einheit, die den Charakter

$$\sum (f^{(\lambda)} - r_\lambda)\chi^{(\lambda)}(R)$$

bestimmt, und folglich ist $r_\lambda \leq f^{(\lambda)}$. Mittels derselben Methoden, die ich *D.* II, § 5 für primitive Einheiten benutzt habe, ergeben sich demnach die Sätze:

I. *Bestimmt die Einheit A den zusammengesetzten Charakter*

$$\sum_S a_{S^{-1}RS} = \sum_\lambda r_\lambda \chi^{(\lambda)}(R),$$

so hat in dieser Summe $\chi(R)$ als Coefficienten

$$r = \sum_S \chi(S^{-1})a_S,$$

eine positive (≥ 0) ganze Zahl, die $\leq f$ ist. Die Zahl $ha_E = \sum r_\lambda f^{(\lambda)}$ ist die Spur und zugleich der Rang der Matrix A.

Zwei Gruppenmatrizen L und M heissen *äquivalent*, wenn man eine Gruppenmatrix K von nicht verschwindender Determinante $|K| = |k_{RS^{-1}}|$ so bestimmen kann, dass $K^{-1}LK = M$, $LK = KM$ wird.

II. *Damit zwei charakteristische Einheiten äquivalent sind, ist nothwendig und hinreichend, dass sie denselben Charakter bestimmen.*

Sei A eine Einheit, χ ein Charakter des Grades f, $\sum\limits_S \chi(S^{-1})a_S = r$, und J die Matrix (6.), dann gilt der Satz:

III. *Ist $r = 0$, so ist $AJ = 0$. Ist aber $r > 0$, so ist $AJ = JA = B$ oder*

$$\frac{f}{h}\sum_S \chi(RS^{-1})a_S = b_R$$

ebenfalls eine Einheit, die den Charakter $r\chi(R)$ bestimmt.

Sind A und AJ äquivalent, so ist $AJ = A$. Ist umgekehrt $AJ = A$, so ist der von A bestimmte Charakter $r\chi_\lambda(R)$ ein Vielfaches eines einfachen Charakters, und $rf = ha_E$ ist die Spur (der Rang) von A.

§ 2.

Bestimmt die Einheit a_R den Charakter $\varphi(R)$, und eine andere Einheit b_R den Charakter

$$\sum_S b_{S^{-1}RS} = \psi(R) = \sum s_\lambda \chi^{(\lambda)}(R),$$

so ist

$$\sum_R \varphi(R^{-1})\psi(R) = h\sum_\lambda r_\lambda s_\lambda = hm.$$

Nun ist

$$\varphi(R) = \sum_S a_{SRS^{-1}}, \qquad \psi(R) = \sum_T b_{T^{-1}RT},$$

also (wenn man R durch $S^{-1}RS$ ersetzt)

$$hm = \sum_{R,S,T} a_{R^{-1}} b_{T^{-1}S^{-1}RST}.$$

Nun durchläuft ST die h Elemente S von $\mathfrak{H}$, jedes h Mal, daher ist

$$m = \sum_{R,S} a_{R^{-1}} b_{S^{-1}RS} = \sum_{R,S} a_{RS} b_{R^{-1}S^{-1}} = \sum_R a_{R^{-1}}\psi(R) = \sum_R b_{R^{-1}}\varphi(R)$$

die Spur der Matrix $A\bar{B} = \bar{B}A$, und da $(A\bar{B})^2 = (A\bar{B})$ ist, zugleich der Rang dieser Matrix.

Ich betrachte nun den Fall, wo $m = 1$ ist, also, da die Zahlen r_λ und s_λ alle $\geqq 0$ sind, wo sowohl φ wie ψ den Charakter χ nur ein Mal enthalten, sonst aber keinen Charakter gemeinsam haben. Dann hat die Matrix

$$A\bar{B} = (\sum_T a_{RT^{-1}} b_{S^{-1}T})$$

den Rang 1. Daher verschwinden auch in der Matrix

$$c_{R,S} = \sum_T a_{RT^{-1}} b_{ST} = \sum_T a_{RTS} b_{T^{-1}} = \sum_T a_{T^{-1}} b_{STR}$$

die Determinanten zweiten Grades, mithin ist

$$c_{E,E}\, c_{R,S} = c_{R,E}\, c_{E,S},$$

also

$$hc_{E,E} \sum_S c_{R,S^{-1}} x_S = c_{R,E} h \sum_S c_{E,S^{-1}} x_S = c_{R,E}\, z,$$

und demnach

$$c \sum_{R,S} a_{PR^{-1}} x_{RS^{-1}} b_{SQ^{-1}} = z \sum_R a_{PR^{-1}} b_{RQ^{-1}}$$

oder

$$(1.) \qquad c\,AXB = z\,AB,$$

wo c und z die Spuren von AB und AXB (oder BAX) sind. Setzt man

$$\sum b_R a_S = d_T \qquad (RS = T),$$

so ist

(2.) $$z = h \sum_R d_{R^{-1}} x_R \qquad (D = BA).$$

Durchläuft χ' die $k-1$ von χ verschiedenen Charaktere von $\mathfrak{H}$, und setzt man

$$J' = \left(\frac{f'}{h}\chi'(RS^{-1})\right),$$

so ist nach (10.), § 1 $J + \Sigma J' = E$. Ist χ' in φ (oder ψ) nicht enthalten, so ist $AJ' = 0$ (oder $BJ' = 0$). Da J' mit jeder Gruppenmatrix vertauschbar ist, so ist demnach stets $ABJ' = 0$, und mithin

$$AB = ABE = AB(J + \Sigma J') = ABJ = AJB.$$

Ehe ich daraus weitere Schlüsse ziehe, betrachte ich den Fall $A = B$. Dann ist

$$m = \sum_{R,S} a_{RS}\, a_{R^{-1}S^{-1}} = \Sigma\, r_\lambda^2$$

stets und nur dann gleich 1, wenn A eine primitive Einheit, $\varphi = \chi$ ein einfacher Charakter ist:

I. *Ist a_E von Null verschieden, und $A^2 = A$, so besteht die nothwendige und hinreichende Bedingung dafür, dass A eine primitive Einheit ist, darin, dass die Spur von $A\bar{A}$ gleich 1 ist,*

(3.) $$\sum_{R,S} a_{R^{-1}} a_{S^{-1}RS} = \sum_{R,S} a_{RS} a_{R^{-1}S^{-1}} = 1.$$

Die Spur von $A^2 = A$ ist f. Ist $B = A$, so ist $D = BA = A$. Mithin ist nach (1.)

(4.) $$fAXA = xA,$$

wo

(5.) $$x = h \Sigma\, a_{R^{-1}} x_R$$

die Spur von AX ist. Folglich ist $f(AX)^2 = x(AX)$. Ist also x von Null verschieden, so ist $\frac{f}{x}AX$ eine Einheit, deren Spur f ist. Da $JA = A$ ist, so ist $J(AX) = (AX)$, und folglich ist χ der von dieser Einheit bestimmte Charakter.

II. *Ist A eine primitive Einheit des Ranges f, ist X eine beliebige Gruppenmatrix, und ist die Spur x der Matrix AX von Null verschieden, so ist $\frac{f}{x}AX$ (und $\frac{f}{x}XA$) eine mit A äquivalente Einheit.*

Ich kehre nun zu den obigen Voraussetzungen zurück. Da φ den Charakter χ nur einmal enthält, so ist AJ eine primitive Einheit, auf die ich den Satz II anwende. Ist also die Spur c von $(AJ)B = AB$ von Null verschieden, so ist $\frac{f}{c}AJB$ eine mit AJ äquivalente Einheit.

III. *Wenn die von den Einheiten A und B bestimmten zusammengesetzten Charaktere den Charakter χ des Grades f jeder nur einmal enthalten, sonst aber keinen Charakter gemeinsam haben, (oder kürzer, wenn die Spur von $A\bar{B}$*

$$(6.)\qquad \sum_{R,S} a_{R^{-1}}\, b_{S^{-1}RS} = \sum_{R,S} a_{RS}\, b_{R^{-1}S^{-1}} = 1$$

ist), und wenn die Spur c von AB nicht verschwindet, so ist

$$\frac{f}{c}AB\left(=\frac{f}{x}AXB\right)$$

eine den Charakter χ bestimmende Einheit. Ist aber $c=0$, so ist entweder $AB=0$ oder $BA=0$.

Ist Y eine beliebige Gruppenmatrix, so ist nach (4.)

$$fA(YX)A = zA,$$

wo z die Spur von AYX oder XAY ist. Mithin ist

$$fX(AYXA)Y = zXAY, \qquad f(XAY)^2 = zXAY.$$

Ist also z von Null verschieden, so ist $\frac{f}{z}XAY$ eine den Charakter χ bestimmende Einheit. Mittels der oben benutzten Methoden folgt daraus:

Seien $A, A', A'', \cdots$ mehrere Einheiten, $\varphi, \varphi', \varphi'', \cdots$ die von ihnen bestimmten zusammengesetzten Charaktere, und sei $AA'A''\cdots = B$. Haben $\varphi, \varphi', \varphi'', \cdots$ nicht alle einen Charakter χ gemeinsam, so ist $B=0$. Haben sie nur einen Charakter χ gemeinsam, und ist χ in einem dieser Ausdrücke nur einmal enthalten, so ist $\frac{f}{b}B$ eine den Charakter χ bestimmende Einheit, vorausgesetzt, dass die Spur b von B nicht verschwindet.

Ein specieller Fall des Satzes, dass $\frac{f}{z}XAY$ eine mit A äquivalente Einheit ist, ist der folgende Satz:

IV. *Ist a_R eine primitive Einheit, sind P und Q zwei feste Elemente, und setzt man, falls a_{PQ} von Null verschieden ist,*

$$a_E\, a_{PRQ} = a_{PQ}\, b_R,$$

so ist b_R eine mit a_R äquivalente Einheit. Ist aber $a_{PQ}=0$ und $a_{PRQ}=b_R$, so ist $B^2=0$.

Wenn A eine primitive Einheit ist, so ist nach (4.)

$$(7.)\qquad a_E \sum_T a_{T^{-1}}\, a_{RTS} = a_R\, a_S.$$

Diese Gleichung, die für $R=E$ in (2.), § 1 übergeht, umfasst, falls a_E von Null verschieden ist, alle Eigenschaften der *primitiven* Einheiten

und der von ihnen bestimmten Charaktere. Aus ihr folgt die Gleichung (3.), nach der (4.), § 1 ein (einfacher) Charakter des Grades $f = ha_E$ ist.

Demnach charakterisirt die Gleichung (4.) A als eine primitive Einheit, falls darin x eine lineare Function der h Variabeln x_R ist, worin der Coefficient von x_E gleich f ist.

Dass die Einheit $\frac{f}{x} AX$ den Charakter χ bestimmt, kann man direct bestätigen mittels der Formel D. II, § 5 (12.), die sich aus (7.) leicht ableiten lässt: Denn nach (2.), § 1 ist

$$a_{PS^{-1}QS} = \sum_T a_{T^{-1}} a_{TPS^{-1}QS}.$$

Summirt man nach S und ersetzt rechts S durch STP, so erhält man nach (7.)

$$\sum_S a_{PS^{-1}QS} = \sum_{S,T} a_{T^{-1}} a_{S^{-1}QSTP} = \frac{h}{f} \sum_S a_{S^{-1}QS}\, a_P,$$

also

$$a_E \sum_S a_{PS^{-1}QS} = a_P \sum_S a_{S^{-1}QS}, \tag{8.}$$

oder wenn χ der von a_R bestimmte Charakter ist,

$$\sum_S a_{PS^{-1}QS} = \frac{h}{f} a_P \chi(Q). \tag{9.}$$

Diese Formel gilt auch dann (und nur dann), wenn (4.), § 1 ein Vielfaches des (einfachen) Charakters χ ist.

Zu der Formel (4.) kann man auch durch die Transformation der Gruppenmatrix gelangen, die ich D. II, § 5 benutzt habe.

§ 3.

Sei $\mathfrak{G}$ eine in $\mathfrak{H}$ enthaltene Gruppe der Ordnung g, sei a_P eine für $\mathfrak{G}$ charakteristische Einheit, $\psi(P)$ der durch sie bestimmte Charakter. Dann ist

$$\sum a_P a_Q = a_T \qquad (PQ = T),$$

wo P, Q, T Elemente von $\mathfrak{G}$ sind. Setzt man $a_R = 0$, falls R ein in $\mathfrak{G}$ nicht enthaltenes Element von $\mathfrak{H}$ ist, so ist auch

$$\sum a_R a_S = a_T \qquad (RS = T),$$

wo R, S, T Elemente von $\mathfrak{H}$ sind. Denn ist RS ein Element von $\mathfrak{G}$, so sind R und S entweder beide oder beide nicht in $\mathfrak{G}$ enthalten. Ist aber T nicht in $\mathfrak{G}$ enthalten, so ist $a_T = 0$, und da dann R und S nicht beide in $\mathfrak{G}$ enthalten sind, auch jedes Glied der Summe $a_R a_S = 0$.

Folglich ist

$$\sum_S a_{S^{-1}RS} = \varphi(R)$$

ein zusammengesetzter Charakter von $\mathfrak{H}$. Gehört R der ϱ^{ten} Classe in $\mathfrak{H}$ conjugirter Elemente an, so stellt $S^{-1}RS$ jedes der h_ϱ Elemente dieser Classe $\frac{h}{h_\varrho}$ Mal dar. Enthält $\mathfrak{G}$ kein Element dieser Classe, so ist $\varphi(R) = 0$. Im anderen Falle ist

$$\frac{h_\varrho}{h}\varphi(R) = \sum_{(\varrho)} a_P,$$

wo P die verschiedenen in $\mathfrak{G}$ enthaltenen Elemente der ϱ^{ten} Classe durchläuft. Dann aber durchläuft sie auch $Q^{-1}PQ$, falls Q irgend ein bestimmtes Element von $\mathfrak{G}$ ist. Daher ist

$$\sum_P a_P = \sum_P a_{Q^{-1}PQ}, \qquad g\sum_P a_P = \sum_{P,Q} a_{Q^{-1}PQ} = \sum_P \psi(P),$$

und folglich

$$(1.) \qquad \varphi(R) = \frac{h}{gh_\varrho}\sum_{(\varrho)}\psi(P), \qquad g\varphi(R) = \sum_S{}' \psi(S^{-1}RS) \qquad (S^{-1}RS < \mathfrak{G}).$$

Die letzte Summe erstreckt sich nur über die Elemente S von $\mathfrak{H}$, für die $S^{-1}RS < \mathfrak{G}$, d. h. in $\mathfrak{G}$ enthalten ist, die erste über die verschiedenen in $\mathfrak{G}$ enthaltenen Elemente der ϱ^{ten} Classe.

Ist $\chi(R)$ ein (einfacher) Charakter des Grades f von $\mathfrak{H}$, und durchläuft jetzt wieder P die g Elemente von $\mathfrak{G}$, so ist nach (9.), § 1

$$(2.) \qquad \sum_P \chi(P^{-1})\,a_P = r$$

eine positive ganze Zahl. Demnach ist

$$gr = \sum_{P,Q}\chi(Q^{-1}P^{-1}Q)\,a_{Q^{-1}PQ} = \sum_{P,Q}\chi(P^{-1})\,a_{Q^{-1}PQ}$$

und folglich

$$(3.) \qquad \sum_P \psi(P^{-1})\chi(P) = gr,$$

wo $0 \leqq r \leqq f$ ist. Auf einem anderen Wege habe ich diese Resultate *Rel.* § 1 und 3 erhalten.

Nach Satz III, § 1 ist dann, falls $r > 0$ ist,

$$(4.) \qquad b_R = \frac{f}{h}\sum_P a_{P^{-1}}\chi(PR)$$

eine für $\mathfrak{H}$ charakteristische Einheit, die den Charakter $r\chi(R)$ bestimmt.

I. *Ist $\chi(R)$ ein Charakter des Grades f für die Gruppe $\mathfrak{H}$ der Ordnung h, und ist a_P eine charakteristische Einheit für eine Untergruppe $\mathfrak{G}$ von $\mathfrak{H}$, so ist*

$$\sum_P a_{P^{-1}}\chi(P) = r$$

eine positive ganze Zahl, die $\leqq f$ ist. Ist sie von Null verschieden, so ist

$$\frac{f}{h}\sum_P a_{P^{-1}}\chi(PR)$$

eine für $\mathfrak{H}$ charakteristische Einheit, die den Charakter $r\chi(R)$ bestimmt.

Sei $h = gn$ und

$$\mathfrak{H} = A_0\mathfrak{G} + A_1\mathfrak{G} + \cdots A_{n-1}\mathfrak{G} = \mathfrak{G}A_0^{-1} + \mathfrak{G}A_1^{-1} + \cdots + \mathfrak{G}A_{n-1}^{-1}\,.$$

Wählt man für $gb_P = \psi(P)$ einen linearen Charakter von $\mathfrak{G}$, so ist

$$(\sum_P \psi(P^{-1})\, x_{APB^{-1}})$$

eine zu $\mathfrak{H}$ gehörige Matrix, und folglich ist (*Rel.* § 3) die Determinante n^{ten} Grades

$$(5.)\qquad |\sum_P \psi(P^{-1})\, x_{APB^{-1}}| = \Pi\Phi^r \qquad (A, B = A_0, A_1, \cdots A_{n-1}).$$

Das Product erstreckt sich über die k Primfactoren Φ der Gruppendeterminante von $\mathfrak{H}$. Entspricht der Charakter χ der Primfunction Φ, so giebt, wie die Vergleichung der Spuren zeigt, die Formel (3.) den Exponenten r von Φ.

Gelingt es also, die Untergruppe $\mathfrak{G}$ und ihren linearen Charakter ψ so zu wählen, dass einer der Exponenten $r = 1$ wird, so bestimmt die Einheit b_R einen *einfachen* Charakter $\chi(R)$. Man kann daher eine ihm entsprechende primitive Darstellung von $\mathfrak{H}$ finden, worin die Elemente der Matrizen f^{ten} Grades $(R), (S), (T), \cdots$ keine anderen Irrationalitäten enthalten, als die in den Werthen von $\psi(P)$ und $\chi(R)$ auftretenden Perioden von Einheitswurzeln. Dies ergiebt sich auch aus der Bemerkung, die ich *D.* I am Ende des § 3 gemacht habe.

Seien $\mathfrak{P}$ und $\mathfrak{Q}$ zwei Untergruppen von $\mathfrak{H}$, sei P (Q) ein variables Element von $\mathfrak{P}$ $(\mathfrak{Q})$, und a_P (b_Q) eine für $\mathfrak{P}$ $(\mathfrak{Q})$ charakteristische Einheit. Setzt man dann $a_R = 0$ $(b_R = 0)$, falls R nicht in $\mathfrak{P}$ $(\mathfrak{Q})$ enthalten ist, so sind A und B zwei für $\mathfrak{H}$ charakteristische Einheiten. Die Elemente der Matrix $AB = \frac{c}{f}C$ sind

$$\frac{c}{f}\, c_R = \sum a_P b_Q\,,$$

die Summe erstreckt sich über alle Elemente P und Q der Gruppen $\mathfrak{P}$ und $\mathfrak{Q}$, die der Bedingung $PQ = R$ genügen. Gehört also R dem Complexe $\mathfrak{PQ}$ nicht an, so ist $c_R = 0$.

Ich nehme nun an, dass $\mathfrak{P}$ und $\mathfrak{Q}$ theilerfremd sind: Dann kann ein Element R des Complexes $\mathfrak{PQ}$ nur in einer Art auf die Form PQ gebracht werden. Daher ist

$$(6.)\qquad c_{PQ} = \frac{f}{c}\, a_P b_Q\,.$$

Die Spur von AB

$$(7.)\qquad c = h\, a_E b_E$$

ist daher von Null verschieden. Seien φ und ψ die von A und B bestimmten zusammengesetzten Charaktere von $\mathfrak{H}$. Haben sie nur einen Charakter χ gemeinsam, und enthält einer von ihnen χ nur einmal, so ist C nach Satz III, § 2 eine primitive Einheit von $\mathfrak{H}$, die den Charakter χ bestimmt. Insbesondere tritt dies ein, wenn die Spur von $A\overline{B}$ gleich 1 ist, also φ und ψ beide den Charakter χ nur einmal enthalten. Diese Spur ist

$$\sum_{R,S} a_S\, b_{R^{-1}S^{-1}R} = \sum_{P,S} a_P\, b_{R^{-1}P^{-1}R} = \sum a_P b_Q,$$

die Summe erstreckt sich über die Elemente P und Q der Gruppen $\mathfrak{P}$ und $\mathfrak{Q}$, die der Bedingung $R^{-1}PRQ = E$ genügen. Ist also

(8.) $$\sum a_P b_Q = 1 \qquad (R^{-1}PRQ = E),$$

so ist C stets eine primitive Einheit von $\mathfrak{H}$.

§ 4.

Die Charaktere der symmetrischen Gruppe $\mathfrak{H}$ des Grades n und der Ordnung $h = n!$ ergeben sich aus der Formel (*Sym.* § 2, (2.))

(1.) $$s_1^{\alpha} s_2^{\beta} s_3^{\gamma} \cdots \Delta(x_1, \cdots x_m) = \sum [\lambda_1, \cdots \lambda_m]\, \chi_{\rho}^{(\lambda)} x_1^{\lambda_1} \cdots x_m^{\lambda_m},$$

in der

$$s_\varkappa = x_1^\varkappa + x_2^\varkappa + \cdots + x_m^\varkappa$$

ist. Die ρ^{te} der k Classen, worin die Elemente von $\mathfrak{H}$ zerfallen, besteht aus allen Substitutionen, die $\alpha, \beta, \gamma, \cdots$ Cyklen der Ordnungen $1, 2, 3, \cdots$ enthalten, so dass

(2.) $$\alpha + 2\beta + 3\gamma + \cdots = n$$

ist. Der λ^{te} Charakter $\chi^{(\lambda)}$ ist durch die m verschiedenen Zahlen $\lambda_1, \cdots \lambda_m$ bestimmt, die der Bedingung

(3.) $$\lambda_1 + \lambda_2 + \cdots + \lambda_m = n + \tfrac{1}{2} m\,(m-1)$$

genügen. Die Zahl m kann beliebig gewählt werden. Soll aber die Formel (1.) alle k Charaktere von $\mathfrak{H}$ liefern, so muss $m \geq n$ sein. Je nach der Wahl von m ändern sich die Zahlen $\lambda_1, \cdots \lambda_m$ (*Sym.* § 4). Sind r dieser Zahlen $\geq m$, nämlich $m + a_1, \cdots m + a_r$, und bilden die $m - r$ Zahlen, die $< m$ sind, zusammen mit den r Zahlen

$$m-1-b_1, \cdots m-1-b_r$$

die m Zahlen $0, 1, \cdots m-1$, so sind die $2r$ Zahlen der Charakteristik

(4.) $$\begin{pmatrix} b_1\, b_2 \cdots b_r \\ a_1\, a_2 \cdots a_r \end{pmatrix},$$

die man so ordne, dass

$$a_1 > a_2 > \cdots > a_r, \qquad b_1 > b_2 > \cdots > b_r$$

ist, von der Wahl von m unabhängig. Oder ordnet man die Zahlen $\lambda_1, \cdots \lambda_m$ so, dass $\lambda_1 < \lambda_2 \cdots < \lambda_m$ ist, so seien

$$(5.)\qquad \varkappa_1 \geqq \varkappa_2 \geqq \cdots \geqq \varkappa_\mu > 0$$

die μ der Zahlen

$$\lambda_m - m + 1 \geqq \lambda_{m-1} - m + 2 \geqq \cdots \geqq \lambda_3 - 2 \geqq \lambda_2 - 1 \geqq \lambda_1,$$

die von Null verschieden sind. Dann sind diese μ Zahlen, die der Bedingung

$$(6.)\qquad \varkappa_1 + \varkappa_2 + \cdots + \varkappa_\mu = n$$

genügen, von der Wahl von m unabhängig. Zugleich ist μ der kleinste für m zulässige Werth, und $\mu - 1 = b_1$. Ferner sind

$$a_1 = \varkappa_1 - 1,\ a_2 = \varkappa_2 - 2,\ \cdots\ a_r = \varkappa_r - r$$

die unter den μ Zahlen $\varkappa_\rho - \rho$, die $\geqq 0$ sind, und die absoluten Werthe der unter ihnen, die < 0 sind, bilden zusammen mit $b_1 + 1, \cdots b_r + 1$ die Zahlen $1, 2, \cdots \mu$.

Von zwei beliebigen Systemen ganzer Zahlen sage ich, es sei

$$(7.)\qquad (\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \cdots) > (\beta_1, \beta_2, \beta_3, \cdots),$$

wenn von den Differenzen $\alpha_1 - \beta_1, \alpha_2 - \beta_2, \alpha_3 - \beta_3, \cdots$ die erste, die nicht verschwindet, positiv ist. Enthalten nicht beide Systeme gleich viele Zahlen, so ergänze man sie, um jene Differenzen bilden zu können, durch Nullen.

Die Zahl n lässt sich auf k Arten in Summanden zerlegen, die den Bedingungen (5.) genügen. Man ertheile diesen Zerlegungen die Ordnungszahlen $0, 1, \cdots k-1$, so dass die Ordnungszahl α der Zerlegung $\alpha_1 + \alpha_2 + \cdots$ kleiner als die Ordnungszahl β von $\beta_1 + \beta_2 + \cdots$ ist, wenn $(\alpha_1, \alpha_2, \cdots) > (\beta_1, \beta_2, \cdots)$ ist, also z. B.:

$$(0): n,\quad (1): (n-1)+1,\quad (2): (n-2)+2,\quad (3): (n-2)+1+1.$$

Hat die Zerlegung (6.) die Ordnungszahl $\varkappa$, so sei der ihr entsprechende Charakter $\chi^{(\varkappa)}$. Die n Symbole, welche die Permutationen von $\mathfrak{H}$ vertauschen, zerlege ich in irgend einer Art in μ Abtheilungen von je $\varkappa_1, \varkappa_2, \cdots \varkappa_\mu$ Symbolen. Alle Permutationen von $\mathfrak{H}$, die nur die Symbole jeder Abtheilung unter sich vertauschen, bilden eine Gruppe $\mathfrak{P}_\varkappa$ der Ordnung $p_\varkappa = \varkappa_1! \varkappa_2! \cdots \varkappa_\mu!$ Zu den μ Zahlen $\varkappa_1, \cdots \varkappa_\mu$ der Charakteristik $(\varkappa)$ werde ich, wenn es nöthig wird, noch $m - \mu$ Zahlen $\varkappa_{\mu+1} = \cdots = \varkappa_m = 0$ hinzufügen, ohne dass dadurch die Bedeutung dieser Charakteristik sich ändern soll. Die Anzahl μ der von Null verschiedenen Zahlen $\varkappa_1, \cdots \varkappa_m$ bezeichne ich mit $\varkappa_1'$. Dann ist $\varkappa_1'$ die Anzahl der *transitiven* (symmetrischen) Gruppen, worin $\mathfrak{P}_\varkappa$ zerfällt.

Bezeichnet man die Determinante m^{ten} Grades

$$|\, x_\mu^{\lambda_1}, x_\mu^{\lambda_2}, \cdots x_\mu^{\lambda_m} \,| \qquad (\mu = 1, 2, \cdots m)$$

mit $D_{\lambda_1, \lambda_2, \cdots \lambda_m}$, so ergiebt sich durch Auflösung der Gleichungen (1.), falls $\lambda_1 < \lambda_2 < \cdots < \lambda_m$ ist,

$$\frac{D_{\lambda_1, \lambda_2, \cdots \lambda_m}}{D_{0, 1, \cdots m-1}} = \sum_\varrho \frac{h_\varrho}{h} \chi_\varrho^{(\lambda)} s_1^\alpha s_2^\beta s_3^\gamma \cdots,$$

wo (λ) die Charakteristik (3.) bedeutet und

$$(8.) \qquad \frac{h}{h_\varrho} = 1^\alpha \alpha ! \, 2^\beta \beta ! \, 3^\gamma \gamma ! \cdots$$

ist. Ersetzt man $\lambda_m, \lambda_{m-1}, \cdots \lambda_1$ durch $\lambda_1 + m - 1, \lambda_2 + m - 2, \cdots \lambda_m$, so wird

$$(9.) \qquad \frac{D_{\lambda_1+m-1, \lambda_2+m-2, \cdots \lambda_m}}{D_{m-1, m-2, \cdots 0}} = \sum_\varrho \frac{h_\varrho}{h} \chi_\varrho^{(\lambda)} s_1^\alpha s_2^\beta s_3^\gamma \cdots,$$

wo jetzt (λ) die Ordnungszahl der Zerlegung

$$(\lambda) \qquad n = \lambda_1 + \lambda_2 + \cdots \lambda_m \qquad (\lambda_1 \geqq \lambda_2 > \quad \geqq \lambda_m \geqq 0)$$

bedeutet.

Ist $p_\varrho^{(\varkappa)}$ die Anzahl der in $\mathfrak{P}_\varkappa$ enthaltenen Substitutionen der ϱ^{ten} Classe, so ist, falls $m \geqq \varkappa_1'$ ist, $\frac{h p_\varrho^{(\varkappa)}}{p_\varkappa h_\varrho}$ der Coefficient von $x_1^{\varkappa_1} x_2^{\varkappa_2} \cdots x_m^{\varkappa_m}$ in der Entwicklung von $s_1^\alpha s_2^\beta s_3^\gamma \cdots$ (*Sym.* § 1). Daher ist

$$s_1^\alpha s_2^\beta s_3^\gamma \cdots = \sum_{(\varkappa)} \frac{h p_\varrho^{(\varkappa)}}{p_\varkappa h_\varrho} S(x_1^{\varkappa_1} x_2^{\varkappa_2} \cdots x_m^{\varkappa_m}).$$

Hier ist S eine symmetrische Function von $x_1, \cdots x_m$ die Summe aller *verschiedenen* Glieder, die aus $x_1^{\varkappa_1} \cdots x_m^{\varkappa_m}$ durch alle Permutationen von $x_1, \cdots x_m$ erhalten werden. Ich setze nun

$$\sum_\varrho p_\varrho^{(\varkappa)} \chi_\varrho^{(\lambda)} = p_\varkappa r_{\varkappa\lambda}$$

oder einfacher, wenn $P_\varkappa$ die $p_\varkappa$ Elemente der Gruppe $\mathfrak{P}_\varkappa$ durchläuft,

$$(10.) \qquad \sum_{\mathfrak{P}_\varkappa} \chi^{(\lambda)}(P_\varkappa) = p_\varkappa r_{\varkappa\lambda}.$$

Nach (3.), § 3 ist dann $r_{\varkappa\lambda}$ eine positive ganze Zahl, z. B. $r_{k-1, \lambda} = f_\lambda$, und nach (9.) ist

$$(11.) \qquad \frac{D_{\lambda_1+m-1, \lambda_2+m-2, \cdots \lambda_m}}{D_{m-1, m-2, \cdots 0}} = \sum_\varkappa r_{\varkappa\lambda} \, S(x_1^{\varkappa_1} x_2^{\varkappa_2} \cdots x_m^{\varkappa_m}).$$

In dieser ganzen Function ordne ich die Glieder so, dass $x_1^{\alpha_1} x_2^{\alpha_2} \cdots x_m^{\alpha_m}$ von $x_1^{\beta_1} x_2^{\beta_2} \cdots x_m^{\beta_m}$ steht, wenn $(\alpha_1, \alpha_2 \cdots) > (\beta_1, \beta_2 \cdots)$ ist. Dann ist im Zähler des Bruches (11.) das erste Glied $x_1^{\lambda_1+m-1} x_2^{\lambda_2+m-2} \cdots x_m^{\lambda_m}$, und im Nenner $x_1^{m-1} x_2^{m-2}, \cdots x_m^0$, also im Quotienten $x_1^{\lambda_1} x_2^{\lambda_2} \cdots x_m^{\lambda_m}$. Daher ist (ISSAI SCHUR, *Dissertation*, § 22)

$$(12.) \qquad r_{\varkappa\lambda} = 0 \quad (\varkappa < \lambda) \quad , \quad r_{\lambda\lambda} = 1,$$

wenn $(\varkappa_1, \varkappa_2, \cdots) > (\lambda_1, \lambda_2, \cdots)$ ist.

Ist nun in der Formel (5.), § 3 $\mathfrak{G} = \mathfrak{P}_\varkappa$, $h = p_\varkappa n$, so ist

$$(13.) \qquad D_\varkappa = \Big|\sum_{\mathfrak{P}_\varkappa} x_{APB^{-1}}\Big| = \prod_\lambda \Phi_\lambda^{r_{\varkappa\lambda}} \qquad (A, B = A_0, A_1, \cdots A_{n-1}),$$

wo Φ_λ die dem Charakter $\chi^{(\lambda)}$ entsprechende Primfunction ist. In der Zerlegung von $D_\varkappa$ kommen also $\Phi_{\varkappa+1}, \cdots \Phi_{k-1}$ nicht vor, sondern nur $\Phi_0, \Phi_1 \cdots \Phi_\varkappa$, und zwar $\Phi_\varkappa$ (und Φ_0) genau in der ersten Potenz. Z. B. ist $D_0 = \Phi_0$, $D_1 = \Phi_0\Phi_1$ und für $n = 3$ $D_2 = \Phi_0\Phi_1^2\Phi_2$, für $n = 4$ aber $D_2 = \Phi_0\Phi_1\Phi_2$, $D_3 = \Phi_0\Phi_1^2\Phi_2\Phi_3$, $D_4 = \Phi_0\Phi_1^3\Phi_2^2\Phi_3^3\Phi_4$.

§ 5.

Unter den μ positiven Zahlen der Zerlegung

$$(\alpha) \qquad n = \alpha_1 + \alpha_2 + \cdots + \alpha_\mu \qquad (\alpha_1 \geqq \alpha_2 \geqq \cdots \geqq \alpha_\mu > 0)$$

seien β_1, die $\geqq 1$ sind, β_2, die $\geqq 2$ sind, allgemein β_σ, die $\geqq \sigma$ sind. Oder es sei $\beta_1 = \mu$, und es seien unter jenen μ Zahlen $\beta_1 - \beta_2$ gleich 1, $\beta_2 - \beta_3$ gleich 2, allgemein $\beta_\sigma - \beta_{\sigma+1}$ gleich σ. Dann ist

$$n = (\beta_1 - \beta_2) + 2(\beta_2 - \beta_3) + 3(\beta_3 - \beta_4) + \cdots,$$

also

$$(\beta) \qquad n = \beta_1 + \beta_2 + \cdots + \beta_\nu \qquad (\beta_1 \geqq \beta_2 \geqq \cdots \geqq \beta_\nu > 0).$$

Ist $\alpha_\varrho \geqq \sigma$, so sind auch $\alpha_1 \geqq \alpha_2 \geqq \cdots \geqq \alpha_\varrho \geqq \sigma$. Daher ist die Anzahl der Zahlen $\alpha_1, \alpha_2 \cdots \alpha_\mu$ die $\geqq \sigma$ sind, nämlich $\beta_\sigma \geqq \varrho$. Ist $\beta = \beta_\sigma$, so ist α_β die letzte der Zahlen $\alpha_1, \alpha_2, \cdots \alpha_\mu$, die $\geqq \sigma$ ist. Ist also $\alpha_\varrho < \sigma$, so ist $\alpha_\beta > \alpha_\varrho$, und folglich $\beta < \varrho$. Von den beiden Ungleichheiten

$$(1.) \qquad \alpha_\varrho \geqq \sigma \quad , \quad \beta_\sigma \geqq \varrho$$

ist also jede eine Folge der andern, und dasselbe gilt von

$$(2.) \qquad \alpha_\varrho < \sigma \quad , \quad \beta_\sigma < \varrho.$$

Unter den ν Zahlen $\beta_1, \beta_2, \cdots \beta_\nu$ sind also ϱ, die $\geqq \varrho$ sind. Die beiden Zerlegungen (α) und (β) heissen *associirte Zerlegungen* der Zahl n. Ferner ist immer

$$(3.) \qquad \alpha_\varrho + \beta_\sigma \gtrless \varrho + \sigma - 1.$$

Umgekehrt bestimmen die Ungleichheiten (3.) zusammen mit den Gleichungen

$$(4.) \qquad \alpha_1 = \nu \quad , \quad \beta_1 = \mu$$

die ν Zahlen $\beta_1, \beta_2, \cdots \beta_\nu$, wenn $\alpha_1, \alpha_2, \cdots \alpha_\mu$ gegeben sind, und umgekehrt. Denn die $\mu + \nu$ Zahlen

$$(5.) \qquad \alpha_1 - 1, \alpha_2 - 2, \cdots \alpha_\mu - \mu, \; -\beta_1, \; -\beta_2 + 1, \cdots -\beta_\nu + \nu - 1$$

sind alle unter einander verschieden. die grösste ist $\alpha_1 - 1 = \nu - 1$, die kleinste $-\beta_1 = -\mu$, und folglich stimmen sie, abgesehen von der Reihenfolge

mit den $\mu+\nu$ auf einander folgenden Zahlen $\nu-1, \nu-2, \cdots 0, -1, \cdots -\mu$ überein (*Sym.* § 6, (4.)).

Seien $(\varkappa)$ und (λ) zwei andere associirte Zerlegungen. Damit dann in der Formel

$$\frac{D_{\varkappa_1+m-1, \varkappa_2+m-2, \cdots \varkappa_m}}{D_{m-1, m-2, \cdots 0}} = \Sigma\, r_{\alpha\varkappa} S(x_1^{\alpha_1} x_2^{\alpha_2} \cdots x_m^{\alpha_m})$$

$r_{\alpha\varkappa}$ wirklich vorkommt, muss $m \geqq \lambda_1$ und $m \geqq \beta_1$ sein. Ist also $m = \lambda_1$, so kommen in der Entwicklung alle Zahlen $r_{\alpha\varkappa}$ vor, für welche $\beta_1 < \lambda_1$ ist. Dann ist aber $\varkappa_m > 0$, also die linke Seite durch $x_1 x_2 \cdots x_m$ theilbar. Folglich ist $r_{\alpha\varkappa} = 0$, wenn $\alpha_m = 0$ ist, also wenn $\beta_1 < m$ $(= \lambda_1)$ ist.

Auf der rechten Seite kommen also nur solche Glieder vor, worin $\beta_1 = \lambda_1$ $(= m)$, also $\alpha_m > 0$ ist, und demnach kann man beide Seiten durch $x_1 x_2 \cdots x_m$ theilen. Von den Zahlen $\varkappa_m, \varkappa_{m-1}, \cdots$ sind $\lambda_1 - \lambda_2$ gleich 1. Ist $\lambda_1 - \lambda_2 > 0$, so setze man $x_m = 0$, hebe den Bruch durch $x_1 x_2 \cdots x_{m-1}$, setze dann $x_{m-1} = 0$, hebe durch $x_1 x_2 \cdots x_{m-2}$ u. s. w., setze endlich $x_{\lambda_2+1} = 0$, und hebe durch $x_1 x_2 \cdots x_{\lambda_2}$. Keine der in der Summe auftretenden symmetrischen Functionen S wird dabei identisch Null, und man erhält, falls m jetzt λ_2 bedeutet,

$$\frac{D_{\varkappa_1+m-2, \varkappa_2+m-3, \cdots \varkappa_m-1}}{D_{m-1, m-2, \cdots 0}} = \Sigma\, r_{\alpha\varkappa} S(x_1^{\alpha_1-1} x_2^{\alpha_2-1} \cdots x_m^{\alpha_m-1}).$$

Da $\varkappa_m > 1$ ist, so ist die linke Seite durch $x_1 x_2 \cdots x_m$ theilbar. Folglich ist $r_{\alpha\varkappa} = 0$, wenn $\alpha_m = 1$ ist, also wenn $\beta_2 < m$ $(= \lambda_2)$ ist. Indem man so weiter schliesst, erkennt man, dass stets $r_{\alpha\varkappa} = 0$ ist, wenn $(\beta_1, \beta_2, \beta_3, \cdots) < (\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \cdots)$ ist. Sind also jetzt $(\varkappa)$ und (λ) zwei beliebige Zerlegungen, $(\varkappa')$ und (λ') die ihnen associirten, so ist (vergl. Schur, *Dissertation*, § 20)

$$(6.) \qquad r_{\varkappa\lambda} = 0 \qquad (\varkappa' > \lambda'),$$

wenn $(\varkappa_1', \varkappa_2', \cdots) < (\lambda_1', \lambda_2', \cdots)$ ist.

Besteht die Substitution R aus $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \cdots$ Cyklen der Grade $1, 2, 3, 4, \cdots$, so ist

$$(7.) \qquad \mathfrak{S}(R) = (-1)^{\beta+\delta+\cdots}$$

der dem Hauptcharakter associirte Charakter $\chi^{(k-1)} = \chi^{(0')}$. Ist dann $(\varkappa')$ die zu $(\varkappa)$ associirte Zerlegung, so ist (*Sym.* § 6)

$$(8.) \qquad \chi^{(\varkappa')}(R) = \chi^{(\varkappa)}(R)\, \mathfrak{S}(R)$$

der zu $\chi^{(\varkappa)}$ associirte Charakter, und

$$(9.) \qquad \Phi_{\varkappa'}(x_R) = \Phi_{\varkappa}(\mathfrak{S}(R)\, x_R)$$

die ihm entsprechende Primfunction.

Durchläuft Q die Elemente der Gruppe $\mathfrak{Q}_\varkappa = \mathfrak{P}_{\varkappa'}$, so ist analog der Formel (13.), § 4

$$|\sum_{\mathfrak{Q}_\varkappa} x_{AQB^{-1}}| = \prod_\lambda \Phi_{\lambda'}^{r_{\varkappa'\lambda'}},$$

also, wenn man x_R durch $\vartheta(R)x_R$ ersetzt,

$$(10.)\qquad D'_\varkappa = |\sum_{\mathfrak{Q}_\varkappa} \vartheta(Q)x_{AQB^{-1}}| = \prod_\lambda \Phi_\lambda^{r_{\varkappa'\lambda'}}.$$

In diesem Producte kommen nur $\Phi_\varkappa, \Phi_{\varkappa+1}, \cdots \Phi_{k-1}$ vor, und zwar $\Phi_\varkappa$ (und Φ_{k-1}) in der ersten Potenz. Folglich ist $\Phi_\varkappa$ der grösste gemeinsame Divisor von $D_\varkappa$ und $D'_\varkappa$.

§ 6.

Ist $P = P_\varkappa$ ein Element der Gruppe $\mathfrak{P} = \mathfrak{P}_\varkappa$ der Ordnung $p = p_\varkappa$, so erhält man eine für $\mathfrak{P}$ charakteristische Einheit a_P, indem man $pa_P = 1$ setzt. Ist $Q = P_{\varkappa'}$ ein Element der Gruppe $\mathfrak{Q} = \mathfrak{Q}_\varkappa = \mathfrak{P}_{\varkappa'}$ der Ordnung $q = p_{\varkappa'}$, so erhält man eine für $\mathfrak{Q}$ charakteristische Einheit b_Q, indem man $qb_Q = \vartheta(Q)$ setzt. Ist ferner $a_R = 0$ ($b_R = 0$), falls R nicht in $\mathfrak{P}$ ($\mathfrak{Q}$) enthalten ist, so sind A und B zwei für $\mathfrak{H}$ charakteristische Einheiten. Ist $(\varkappa')$ die zu $(\varkappa)$ associirte Zerlegung, so kann man die Gruppe $\mathfrak{Q}$ so wählen, dass sie zu $\mathfrak{P}$ theilerfremd ist (§ 7). Dann und nur dann nenne ich $\mathfrak{P}$ und $\mathfrak{Q}$ *associirte Untergruppen* von $\mathfrak{H}$.

Bestimmt die Einheit b_R den Charakter

$$\psi(R) = \sum r_\lambda \chi^{(\lambda)}(R),$$

so ist nach (9.), § 1

$$qr_\lambda = q\sum_R b_{R^{-1}}\chi^{(\lambda)}(R) = \sum_Q \vartheta(Q)\chi^{(\lambda)}(Q) = \sum_Q \chi^{(\lambda')}(Q),$$

also weil $Q = P_{\varkappa'}$ die $q = p_{\varkappa'}$ Elemente der Gruppe $\mathfrak{P}_{\varkappa'}$ durchläuft, nach (10.), § 4 $r_\lambda = r_{\varkappa'\lambda'}$. Demnach sind

$$(1.)\qquad \varphi(R) = \sum_\lambda r_{\varkappa\lambda}\chi^{(\lambda)}(R) \quad , \quad \psi(R) = \sum_\lambda r_{\varkappa'\lambda'}\chi^{(\lambda)}(R)$$

die von A und B bestimmten Charaktere von $\mathfrak{H}$. Da $r_{\varkappa\varkappa} = r_{\varkappa'\varkappa'} = 1$ ist, so enthält jeder den Charakter $\chi = \chi^{(\varkappa)}$ ein Mal. Da ferner $r_{\varkappa\lambda} = 0$ ist, wenn $\varkappa < \lambda$ ist, und $r_{\varkappa'\lambda'} = 0$, wenn $\varkappa > \lambda$ ist, so haben sie ausser χ keinen Charakter gemeinsam.

Nach den am Ende des § 3 entwickelten Formeln erhält man daher eine den Charakter χ bestimmende Einheit C von $\mathfrak{H}$, indem man $c_R = 0$ setzt, falls R dem Complexe $\mathfrak{P}\mathfrak{Q}$ nicht angehört, sonst aber

$$c_{PQ} = \frac{f\,a_P\,b_Q}{h\,a_E\,b_E},$$

also

$$(2.)\qquad c_{PQ} = \frac{f}{h}\,\vartheta(Q).$$

In einer künstlicheren Weise kann man die Resultate der §§ 4 und 5 verwerthen, indem man die Summen

$$(3.)\qquad \sum_\lambda r_{\varkappa\lambda}\, r_{\varkappa'\lambda'}\, \frac{\chi^{(\lambda)}(R)}{f^{(\lambda)}}\,, \qquad \sum_\lambda \frac{1}{f^{(\lambda)}}\, r_{\varkappa\lambda}\, r^2_{\varkappa'\lambda'}$$

bildet, was ich hier nicht weiter ausführen will.

Zu dem Ergebniss (2.) kann man aber auch gelangen, ohne von den in § 4 und § 5 entwickelten Formeln mehr als die Gleichung $r_{\varkappa\varkappa} = 1$ vorauszusetzen, indem man eine Eigenschaft der associirten Untergruppen benutzt, zu deren Ableitung ich mich jetzt wende.

§ 7.

Seien (α) und (β) zwei associirte Zerlegungen

$$n = \alpha_1 + \alpha_2 + \cdots + \alpha_\mu = \beta_1 + \beta_2 + \cdots + \beta_\nu\,,$$

und seien

$$(\mathfrak{p})\qquad \begin{matrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & a_{1,\alpha_1} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & \cdot & \cdot & a_{2,\alpha_2} & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdots & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ a_{\mu 1} & a_{\mu 2} & \cdots & a_{\mu,\alpha_\mu} & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \end{matrix}$$

die $\mu = \beta_1$ Systeme von Symbolen, die von den Substitutionen von $\mathfrak{P}_\alpha = \mathfrak{P}$ unter einander vertauscht werden. In jeder Horizontalreihe oder Zeile dieses Schema (*graph* nach SYLVESTER) stehen die Symbole einer Abtheilung. Da $\alpha_1 \geqq \alpha_2 \geqq \cdots \geqq \alpha_\mu > 0$ ist, so enthält jede Zeile mehr ($>$) Symbole als die folgende. Die n Symbole sind aber auch in vertikalen Reihen oder Spalten so geordnet, dass sich leere Plätze nur am Schluss einer Zeile finden. Die erste Spalte enthält $\mu = \beta_1$ Symbole, die zweite so viel weniger, als es Abtheilungen giebt, die nur ein Symbol enthalten, also $\beta_1 - (\beta_1 - \beta_2) = \beta_2$ u. s. w. Durch Vertauschung der Zeilen und Spalten erhält man daher aus $\mathfrak{p}$ das Schema

$$(\mathfrak{q})\qquad \begin{matrix} a_{11} & a_{21} & \cdots & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & a_{\beta_1,1} \\ a_{12} & a_{22} & \cdots & \cdot & \cdot & a_{\beta_2,2} & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdots & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ a_{1\nu} & a_{2\nu} & \cdots & a_{\beta_\nu,\nu} & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \end{matrix}$$

Benutzt man diese Eintheilung der n Symbole bei der Bildung der Gruppe $\mathfrak{P}_\beta = \mathfrak{Q}_\alpha = \mathfrak{Q}$, so sind $\mathfrak{P}$ und $\mathfrak{Q}$ theilerfremd. Theilt man die n Symbole in anderer Art in ν Systeme von je $\beta_1, \beta_2, \cdots \beta_\nu$ Symbolen, etwa

$$(\mathfrak{q}')\qquad \begin{matrix} c_{11} & c_{21} & \cdots & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & c_{\beta_1,1} \\ c_{12} & c_{22} & \cdots & \cdot & \cdot & c_{\beta_2,2} & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdots & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ c_{1\nu} & c_{2\nu} & \cdots & c_{\beta_\nu,\nu} & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \end{matrix}$$

wo sich die n Symbole $c_{\varrho\tau}$ von den $a_{\varrho\tau}$ nur durch die Anordnung unterscheiden, also durch eine Substitution

$$S = \binom{a_{\varrho\tau}}{c_{\varrho\tau}}$$

daraus hervorgehen, so entspricht diesem Schema die Gruppe $\mathfrak{Q}' = S^{-1}\mathfrak{Q}S$. Soll nun $\mathfrak{Q}'$ zu $\mathfrak{P}$ theilerfremd sein, so müssen je zwei Symbole, die in dem Schema $\mathfrak{q}'$ in einer Zeile stehen, in $\mathfrak{p}$ in verschiedenen Zeilen stehen. Für die β_1 Symbole der ersten Zeile von $\mathfrak{q}'$ muss man daher aus jeder der $\mu = \beta_1$ Zeilen von $\mathfrak{p}$ ein Symbol wählen, etwa aus der ersten Zeile b_{11}, aus der zweiten $b_{21}, \cdots$, aus der β_1^{ten} $b_{\beta_1,1}$. Streicht man diese μ Symbole in $\mathfrak{p}$, so enthält $\mathfrak{p}$ nur noch β_2 Zeilen, da die letzten $\beta_1 - \beta_2$ Zeilen ganz wegfallen. Für die β_2 Symbole der zweiten Zeile von $\mathfrak{q}'$ muss man daher wieder aus jeder dieser β_2 Zeilen ein Symbol wählen, etwa aus der ersten b_{12}, aus der zweiten $b_{22}, \cdots$, aus der β_2^{ten} $b_{\beta_2,2}$. Folglich entsteht $\mathfrak{q}'$, nachdem in jeder Zeile die Symbole passend vertauscht sind, durch Vertauschung der Zeilen und Spalten aus einem Schema

$$(\mathfrak{p}'') \qquad \begin{matrix} b_{11} & b_{12} & \cdots & . & . & . & . & b_{1,\alpha_1} \\ b_{21} & b_{22} & \cdots & . & . & b_{2,\alpha_2} & . & . \\ . & . & \cdots & . & . & . & . & . \\ b_{\mu 1} & b_{\mu 2} & \cdots & b_{\mu,\alpha_\mu} & . & . & . & . \end{matrix} \quad ,$$

das aus $\mathfrak{p}$ hervorgeht, indem man in jeder Zeile von $\mathfrak{p}$ die Symbole in geeigneter Weise umstellt. Daher ist

$$P = \binom{a_{\varrho\tau}}{b_{\varrho\tau}}$$

eine Substitution der Gruppe $\mathfrak{P}$. Vertauscht man daher in $\mathfrak{p}''$ die Zeilen und Spalten, so erhält man ein Schema $\mathfrak{q}''$, dem die Gruppe $P^{-1}\mathfrak{Q}P$ entspricht. Aus diesem aber geht $\mathfrak{q}'$ hervor, indem man in jeder Zeile von $\mathfrak{q}''$ die Symbole in gewisser Art vertauscht. Daher ist

$$P^{-1}QP = \binom{b_{\varrho\tau}}{c_{\varrho\tau}}$$

eine Substitution der Gruppe $P^{-1}\mathfrak{Q}P$. Folglich ist

$$S = \binom{a_{\varrho\tau}}{c_{\varrho\tau}} = \binom{a_{\varrho\tau}}{b_{\varrho\tau}}\binom{b_{\varrho\tau}}{c_{\varrho\tau}} = P(P^{-1}QP) = QP.$$

Ist umgekehrt $S = QP$ ein Element des Complexes $\mathfrak{Q}\mathfrak{P}$, so sind $\mathfrak{P} = P^{-1}\mathfrak{P}P$ und $S^{-1}\mathfrak{Q}S = P^{-1}\mathfrak{Q}P$ theilerfremd, weil $\mathfrak{P}$ und $\mathfrak{Q}$ theilerfremd sind. So ergiebt sich der für die ganze Entwicklung grundlegende Satz:

I. *Sind* $\mathfrak{P}$ *und* $\mathfrak{Q}$ *associirte Gruppen, so ist* $R^{-1}\mathfrak{P}R$ *stets und nur dann ebenfalls mit* $\mathfrak{Q}$ *associirt, also zu* $\mathfrak{Q}$ *theilerfremd, wenn* $R = PQ$ *dem Complexe* $\mathfrak{P}\mathfrak{Q}$ *angehört.*

Gehört R dem Complexe $\mathfrak{P}\mathfrak{Q}$ nicht an, so haben $R^{-1}\mathfrak{P}R$ und $\mathfrak{Q}$ eine Substitution gemeinsam, also haben sie, da ihre transitiven Constituenten symmetrische Gruppen sind, auch eine Transposition T gemeinsam.

Ein anderer Beweis, auf den ich hier nicht eingehe, stützt sich auf den Satz:

Bilden die mit $\mathfrak{P}$ *vertauschbaren Elemente der symmetrischen Gruppe* $\mathfrak{H}$ *die Gruppe* $\mathfrak{P}'$, *und ist* $\mathfrak{D}$ *der grösste gemeinsame Theiler von* $\mathfrak{P}'$ *und* $\mathfrak{Q}$, *so ist* $\mathfrak{P}' = \mathfrak{P}\mathfrak{D} = \mathfrak{D}\mathfrak{P}$.

Bezeichnet man jetzt mit $\mathfrak{Q}$ eine beliebige der Gruppen $\mathfrak{P}_\beta$, die der Zerlegung (β) entsprechen, so kann man das obige Ergebniss auch so aussprechen:

II. *Unter den Complexen*

$$\mathfrak{H} = \mathfrak{P}A\mathfrak{Q} + \mathfrak{P}B\mathfrak{Q} + \mathfrak{P}C\mathfrak{Q} + \cdots,$$

worin die Gruppe $\mathfrak{H}$ *nach dem Doppelmodul* $\mathfrak{P}, \mathfrak{Q}$ *zerfällt, giebt es einen und nur einen, der aus* pq *verschiedenen Elementen besteht.*

Der Complex $\mathfrak{P}A\mathfrak{Q}$ besteht aus $\frac{pq}{a}$ verschiedenen Elementen, wenn a die Ordnung des grössten gemeinsamen Theilers der beiden Gruppen $A^{-1}\mathfrak{P}A$ und $\mathfrak{Q}$ ist. Von den Zahlen $a, b, c, \cdots$ ist also eine und nur eine gleich 1. Ist dies a, so ist $A\mathfrak{Q}A^{-1} = \mathfrak{Q}'$ eine mit $\mathfrak{P}$ associirte Gruppe, und $P^{-1}\mathfrak{Q}'P$ die allgemeinste.

Von der Bedeutung der in der Charakteristik (4.), § 4 auftretenden Zahlen giebt das Schema $\mathfrak{p}$ eine besonders anschauliche Vorstellung. Der Rang r der Zerlegung (α) oder (β) ist die Anzahl der in der Diagonale stehenden Symbole $a_{11}, a_{22}, \cdots a_{rr}$. Rechts von der Diagonale stehen in der ersten Zeile a_1 Symbole, in der zweiten $a_2, \cdots$, in der r^{ten} a_r, in den folgenden Zeilen keine. Links von der Diagonale stehen in der ersten Spalte b_1 Symbole, in der zweiten $b_2, \cdots$ in der r^{ten} b_r, in den folgenden Spalten keine. Die Gesammtanzahl der ausserhalb der Diagonale stehenden Symbole ist (*Sym.* § 4, (7.))

$$n - r = a_1 + a_2 + \cdots + a_r + b_1 + b_2 + \cdots + b_r.$$

Ist

$$\chi^{(\alpha)} = \chi\begin{pmatrix} b_1\, b_2 \cdots b_r \\ a_1\, a_2 \cdots a_r \end{pmatrix},$$

so ist (*Sym.* § 6, (6.))

$$\chi^{(\beta)} = \chi\begin{pmatrix} a_1\, a_2 \cdots a_r \\ b_1\, b_2 \cdots b_r \end{pmatrix}.$$

§ 8.

Bezeichnen A, B und C dieselben Matrizen, wie in § 6, so ist C nach Satz III, § 2 stets eine primitive Einheit von $\mathfrak{H}$, wenn die Spur von AB gleich 1 ist. Nach (8.), § 3 ist demnach zu zeigen, dass

$$\Sigma\, \mathfrak{s}(Q^{-1}) = \Sigma\, \mathfrak{s}(Q) = pq$$

ist, wenn über alle Lösungen der Gleichung

$$R^{-1}PR = Q$$

summirt wird. Entsprechend den h Elementen R theile ich die Summe in h Theilsummen,

$$\sum_{\mathfrak{R}} \mathfrak{s}(Q),$$

worin Q die Elemente der Gruppe $\mathfrak{R}$ durchläuft, die der grösste gemeinsame Theiler von $R^{-1}\mathfrak{P}R$ und $\mathfrak{Q}$ ist. Gehört R dem Complexe $\mathfrak{P}\mathfrak{Q}$ nicht an, so enthält $\mathfrak{R} = \mathfrak{R}T$ eine Transposition T, und mithin ist

$$\sum_{\mathfrak{R}} \mathfrak{s}(Q) = \Sigma\, \mathfrak{s}(QT) = -\Sigma\, \mathfrak{s}(Q) = 0\,.$$

Ist aber R eins der pq Elemente des Complexes $\mathfrak{P}\mathfrak{Q}$, so besteht $\mathfrak{R}$ nur aus dem Hauptelemente E, und mithin ist

$$\sum_{\mathfrak{R}} \mathfrak{s}(Q) = 1\,.$$

Damit ist bewiesen, dass die von den Einheiten A und B bestimmten zusammengesetzten Charaktere φ und ψ einen gewissen Charakter χ von $\mathfrak{H}$ jeder nur ein Mal enthalten, sonst aber keinen Charakter gemeinsam haben. Mit Hülfe der Gleichungen $r_{\varkappa\varkappa} = r_{\varkappa'\varkappa'} = 1$ erkennt man dann aus (1.), § 6, dass $\chi = \chi^{(\varkappa)}$ ist. Demnach bestimmt C den Charakter

$$\chi_\rho = \chi_\rho^{(\varkappa)} = \sum_S c_{S^{-1}RS} = \frac{h}{h_\rho} \sum_{(\rho)} c_R\,,$$

falls in der letzten Summe R die h_ρ verschiedenen Elemente der ρ^{ten} Classe durchläuft. Folglich ist

$$(1.)\qquad \frac{h_\rho \chi_\rho}{f} = \Sigma\, \mathfrak{s}(Q) \qquad (PQ = R).$$

Die Summe erstreckt sich über alle Lösungen, welche die Gleichung $PQ = R$ zulässt, falls P die Elemente von $\mathfrak{P}$, Q die von $\mathfrak{Q}$, und R die h_ρ Elemente der ρ^{ten} Classe durchläuft. Indem man P durch P^{-1} ersetzt, kann man die Summationsbedingung auch in der Form $PR = Q$, oder indem man R durch $P^{-1}RP$ ersetzt, in der Form $RP = Q$ schreiben. Kann ein bestimmtes Element Q der Gruppe $\mathfrak{Q}$ in verschiedener Art auf die Form PR gebracht werden, so ist es auch in die Summe (1.) mehrfach aufzunehmen.

Aus der Gleichung $\Sigma c_{R^{-1}} c_R = c_E$ ergiebt sich weiter

$$\frac{h}{f} = \Sigma \,\vartheta(QQ') \qquad (QP = P'Q'). \tag{2.}$$

Die Summe erstreckt sich nur über die Elemente R, für die gleichzeitig $R = P'Q'$ und $R^{-1} = P^{-1}Q^{-1}$, also $QP = P'Q'$ ist. So gelangt man zu den folgenden Sätzen, die wohl einige der merkwürdigsten Eigenschaften der symmetrischen Gruppe und ihrer Charaktere enthalten:

I. *Sind P und P' veränderliche Elemente der Gruppe $\mathfrak{P}$, und Q und Q' solche der associirten Gruppe $\mathfrak{Q}$, so hat die Gleichung $PQ = Q'P'$ mehr Lösungen, worin QQ' gerade ist, als Lösungen, worin QQ' ungerade ist. Der Überschuss ist gleich $\frac{h}{f}$.*

II. *Ist P ein veränderliches Element der Gruppe $\mathfrak{P}$, und R ein veränderliches Element der ρ^{ten} Classe, so ist $\frac{h_\rho \chi_\rho}{f}$ gleich der Differenz zwischen der Anzahl der geraden und der Anzahl der ungeraden unter den Substitutionen PR (oder RP), die der zu $\mathfrak{P}$ associirten Gruppe $\mathfrak{Q}$ angehören.*

III. *Sei $\zeta(R) = 0$, wenn R dem Complexe $\mathfrak{P}\mathfrak{Q}$ nicht angehört. Ist aber $R = PQ$, so sei $\zeta(R) = +1$ oder -1, je nachdem die Substitution Q gerade oder ungerade ist. Dann ist $\frac{f}{h}\zeta(R)$ eine für die symmetrische Gruppe charakteristische primitive Einheit, die den Charakter $\chi(R)$ bestimmt. Ist $\mathfrak{P} = \mathfrak{P}_\varkappa$, so ist $\chi = \chi^{(\varkappa)}$.*

Da $\frac{f}{h}\zeta(R)$ eine den Charakter $\chi(R)$ bestimmende Einheit ist, so ist nach Satz III, § 1

$$\frac{h}{f}\zeta(R) = \sum_S \zeta(S^{-1})\chi(SR) = \sum_{P,Q} \zeta(P^{-1}Q^{-1})\chi(QPR)$$

und mithin (vergl. D. II, § 5 (10.))

$$\frac{h}{f}\zeta(R) = \sum_{P,Q} \vartheta(Q)\chi(PRQ). \tag{3.}$$

Die Eigenschaften der in Satz III definirten Function $\zeta(R)$ hat Hr. A. YOUNG untersucht in zwei sehr beachtenswerthen Arbeiten *On Quantitative Substitutional Analysis*, Proceedings of the London Math. Soc., vol. 33 und 34, im Folgenden Y. I und Y. II citirt. Aber die Beziehung der Function $\zeta(R)$ zu dem Charakter $\chi(R)$ und der ihm entsprechenden primitiven Darstellung der symmetrischen Gruppe hat er nicht erkannt, und erst durch diese erhalten seine Arbeiten ihre rechte Bedeutung, da sonst die in seinen Formeln auftretenden Zahlencoefficienten meist unbestimmt bleiben. Nur die Zahl, welche ich mit f

bezeichne und den Grad des Charakters χ nenne, hat er (Y. II, 5) wirklich berechnet. Aber nach dieser überaus complicirten Rechnung zu schliessen dürfte die Berechnung aller Werthe des Charakters χ auf dem eingeschlagenen Wege recht mühsam sein (vergl. § 12).

Hr. A. Young bedient sich der nicht commutativen hypercomplexen Zahlen e_R, die ich D. I, § 6 eingeführt habe, deren Multiplicationsgesetz $e_R e_S = e_{RS}$ lautet, und schreibt für e_R einfach R, so dass z. B. die Gleichung (1.) § 1

$$(\Sigma\, x_R R)\,(\Sigma\, y_R R) = \Sigma\, z_R R$$

lautet. Der von ihm mit $T_{\alpha_1, \alpha_2}, \cdots$ bezeichnete Ausdruck ist gleich $\frac{h}{f^{(\alpha)}} \sum_R \chi^{(\alpha)}(R) R$, die mit $A^{-\frac{1}{2}}$ bezeichnete Zahl $\frac{h}{f^{(\alpha)}}$.

Ich leite hier seine Resultate noch einmal her, und erreiche eine erhebliche Vereinfachung namentlich dadurch, dass ich den Satz des § 7, welcher der gedankliche Ausdruck des ganzen in § 9 und § 11 aufgestellten Systems von Formeln ist, an den Anfang der Entwicklung stelle, während ihn Hr. A. Young erst am Ende vollständig ausspricht (Y. II, 15). Von geringerer Bedeutung ist, dass ich mir den Gebrauch der hypercomplexen Grössen versage, weil diese, so bequem sie auch mitunter sind, doch nicht immer dazu beitragen, die Darstellung durchsichtiger zu gestalten.

Nachdem so die Charaktere der symmetrischen Gruppe $\mathfrak{H}$ unabhängig von allen früheren Ergebnissen auf's Neue bestimmt sind, ohne die Resultate der §§ 4 und 5 zu benutzen, beweise ich ihre Übereinstimmung mit den von mir auf einem anderen Wege vollständig berechneten Charakteren von $\mathfrak{H}$, wonach auch die oben erwähnte Berechnung von f (Y. II, 5) unnöthig wird, und zeige endlich in § 10, dass $\frac{f}{h}\,\zeta(R)$ für $\mathfrak{H}$ eine Einheit ist. Die ihr entsprechende hypercomplexe Grösse $\Sigma\,\zeta(R)R$ bezeichnet Hr. A. Young mit $G_1 \cdots G_h \Gamma'_1 \cdots \Gamma'_k$ oder einfacher mit PN. Was er ATP und ATN nennt, sind die in § 11 mit $\frac{f}{h}\Sigma\,\xi(R)R$ und $\frac{f}{h}\Sigma\,\eta(R)R$ bezeichneten Einheiten.

§ 9.

I. Seien $\mathfrak{P}$ und $\mathfrak{Q}$ zwei associirte Gruppen der Ordnungen

$$p = \alpha_1!\,\alpha_2!\cdots\alpha_\mu!\quad,\qquad q = \beta_1!\,\beta_2!\cdots\beta_\nu!\,,$$

sei P ein variabeles Element von $\mathfrak{P}$ und Q ein solches von $\mathfrak{Q}$.

Aus der in Satz III, § 8 ausgesprochenen Definition der Function $\zeta(R)$ ergiebt sich

$$(1.)\qquad \zeta(PR) = \zeta(R)\quad,\qquad \zeta(RQ) = \zeta(R)\zeta(Q).$$

Ferner ist, wenn A und B beliebige Substitutionen sind (V. II, 11),

$$(2.)\quad \sum_P \zeta(APB) = \sum_P \zeta(AP)\zeta(B),\quad \sum_Q \zeta(Q)\zeta(AQB) = \sum_Q \zeta(A)\zeta(Q)\zeta(QB).$$

Denn gehört $B = P_1 Q$ dem Complexe $\mathfrak{P}\mathfrak{Q}$ an, so ist die erste Gleichung eine Folge von (1.), weil PP_1 zugleich mit P die Gruppe $\mathfrak{P} = \mathfrak{P}P_1$ durchläuft. Ist dies aber nicht der Fall, so ist $\zeta(B) = 0$ und ebenso verschwindet die Summe links. Denn die Gruppe $B^{-1}\mathfrak{P}B = \mathfrak{P}'$ hat dann mit $\mathfrak{Q}$ eine Transposition Q gemeinsam, für die $\zeta(Q) = -1$ ist. Durchläuft also P' die Gruppe $\mathfrak{P}' = \mathfrak{P}'Q$, so ist nach (1.)

$$\sum_{P'} \zeta(ABP') = \sum \zeta(ABP'Q) = \sum \zeta(ABP')\zeta(Q) = -\sum \zeta(ABP') = 0,$$

oder wenn man $P' = B^{-1}PB$ setzt, $\sum_P \zeta(APB) = 0$. In derselben Weise erhält man die zweite Gleichung (2.), oder noch einfacher durch Vertauschung von $\mathfrak{P}$ und $\mathfrak{Q}$, wobei die Function $\zeta(R)$ durch

$$(3.)\qquad \zeta'(R) = \varsigma(R)\zeta(R^{-1})$$

zu ersetzen ist. Von zwei Formeln, die so aus einander erhalten werden, beweise ich auch im Folgenden immer nur die eine.

II. Nun sei $\mathfrak{H}$ die symmetrische Gruppe $\mathfrak{P}_0$ oder der grösseren Allgemeinheit halber eine Untergruppe von $\mathfrak{P}_0$, die durch $\mathfrak{P}$ oder durch $\mathfrak{Q}$ theilbar ist, sei h ihre Ordnung, und seien R, S, T Elemente von $\mathfrak{H}$, aber A und B beliebige Elemente von $\mathfrak{P}_0$. Je nachdem $\mathfrak{H}$ durch $\mathfrak{P}$ oder durch $\mathfrak{Q}$ theilbar ist, ist dann

$$(4.)\qquad \begin{aligned} \sum_R \zeta(R^{-1}ARB) &= \sum_R \zeta(R^{-1}AR)\zeta(B) && (\mathfrak{H} > \mathfrak{P}). \\ \sum_S \zeta(AS^{-1}BS) &= \sum_S \zeta(A)\zeta(S^{-1}BS) && (\mathfrak{H} > \mathfrak{Q}). \end{aligned}$$

Denn ist $\mathfrak{H} > \mathfrak{P}$, also $\mathfrak{H} = \mathfrak{H}P$, so bleibt die erste Summe ungeändert, wenn man R durch RP ersetzt. Summirt man dann nach P, so erhält man nach (1.) und (2.)

$$p\sum_R \zeta(R^{-1}ARB) = \sum_{P,R} \zeta(R^{-1}ARPB) = \sum \zeta(R^{-1}ARP)\zeta(B) = p\sum \zeta(R^{-1}AR)\zeta(B).$$

Die letzte Umformung erhält man, indem man R wieder durch RP^{-1} ersetzt.

III. Ferner ist, falls $\mathfrak{H} > \mathfrak{P}$ ist, nach (4.)

$$\Sigma = \sum_{R,S} \zeta(RSR^{-1}S^{-1}) = \sum \zeta(RSR^{-1})\zeta(S^{-1}).$$

Ersetzt man S durch SP und summirt dann nach P, so erhält man nach (1.) und (2.)

$$p\,\Sigma = \sum_{P,R,S} \zeta(RSPR^{-1})\zeta(S^{-1}) = \sum \zeta(RSP)\zeta(R^{-1})\zeta(S^{-1}),$$

und wenn man jetzt wieder S durch SP^{-1} ersetzt,

$$\Sigma = \sum_{R,S} \zeta(RS)\zeta(R^{-1})\zeta(S^{-1}).$$

Ersetzt man nun R durch RP, summirt nach P, benutzt die Formel (2.), und ersetzt dann wieder R durch RP^{-1}, so erhält man

$$\Sigma = \sum_{R,S} \zeta(R)\zeta(S)\zeta(R^{-1})\zeta(S^{-1}),$$

also wenn man

$$(5.) \qquad \sum_R \zeta(R^{-1})\zeta(R) = \frac{h}{f}$$

setzt.

$$(6.) \qquad \sum_{R,S} \zeta(RSR^{-1}S^{-1}) = \left(\frac{h}{f}\right)^2.$$

Dasselbe gilt, wenn $\mathfrak{H} > \mathfrak{Q}$ ist. Ersetzt man in der Gleichung

$$\left(\frac{h}{f}\right)^2 = \sum_{R,S} \zeta(S^{-1}RS)\zeta(R^{-1})$$

R durch $T^{-1}RT$ und dann S durch $T^{-1}S$, so erhält man

$$\left(\frac{h}{f}\right)^2 = \sum_{R,S} \zeta(S^{-1}RS)\zeta(T^{-1}R^{-1}T),$$

und wenn man nach T über die h Elemente von $\mathfrak{H}$ summirt,

$$h\left(\frac{h}{f}\right)^2 = \sum_R \Big(\sum_S \zeta(S^{-1}RS)\Big)\Big(\sum_S \zeta(S^{-1}R^{-1}S)\Big).$$

Ist $\mathfrak{H}$ die symmetrische Gruppe $\mathfrak{P}_0$ oder eine der Gruppen $\mathfrak{P}_\varkappa$, so sind R und R^{-1} in $\mathfrak{H}$ conjugirt, und folglich ist (*Y.* I, 15, p. 136)

$$\sum_S \zeta(S^{-1}RS) = \sum_S \zeta(S^{-1}R^{-1}S).$$

Aber diese Gleichung gilt auch, wenn R und R^{-1} nicht conjugirt sind. Denn nach der Definition von $\zeta(R)$ ist

$$\sum_S \zeta(S^{-1}RS) = \Sigma\, \vartheta(Q),$$

die Summe erstreckt sich über alle Lösungen, welche die Gleichung $S^{-1}RS = PQ$ zulässt, wenn S die Elemente von $\mathfrak{H}$, P die von $\mathfrak{P}$ und Q die von $\mathfrak{Q}$ durchläuft. Ersetzt man S durch SP^{-1}, so erhält man $S^{-1}RS = QP$, ersetzt man P durch P^{-1} und Q durch Q^{-1}, wobei $\vartheta(Q) = \vartheta(Q^{-1})$ ungeändert bleibt, $S^{-1}R^{-1}S = PQ$, womit die Behauptung bewiesen ist.

Demnach ist

$$h\left(\frac{h}{f}\right)^2 = \sum_R \Big(\sum_S \zeta(S^{-1}RS)\Big)^2.$$

Das Glied der Summe, das dem Elemente $R = E$ entspricht, ist gleich h^2. Folglich ist $\frac{h}{f}$ von Null verschieden, eine der wichtigsten Feststellungen der Entwicklung.

IV. Setzt man also

$$(7.)\qquad \sum_S \zeta(S^{-1}RS) = \frac{h}{f}\chi(R),$$

demnach $\chi(E) = f$, so ist

$$(8.)\qquad \sum_R \chi(R^{-1})\zeta(R) = h.$$

Die Function $\chi(R)$ bleibt ungeändert, wenn R durch ein in $\mathfrak{H}$ conjugirtes Element $S^{-1}RS$ ersetzt wird, oder es ist

$$(9.)\qquad \chi(RS) = \chi(SR).$$

Ferner ist, wenn A und B Elemente von $\mathfrak{H}$ sind,

$$\frac{h}{f}\sum_S \chi(AS^{-1}BS) = \sum_{R,S} \zeta(R^{-1}AS^{-1}BSR) = \sum \zeta(R^{-1}ARS^{-1}BS)$$

(indem man S durch SR^{-1} ersetzt), und folglich nach (4.) und (7.)

$$(10.)\qquad \sum_S \chi(AS^{-1}BS) = \frac{h}{f}\chi(A)\chi(B).$$

Endlich ist, wenn $\mathfrak{H} > \mathfrak{P}$ ist,

$$\frac{h}{f}\sum_P \chi(P) = \sum_{P,S} \zeta(S^{-1}PS) = \sum \zeta(S^{-1}P)\zeta(S) = p\sum_S \zeta(S^{-1})\zeta(S)$$

(indem man S durch PS ersetzt), also

$$(11.)\qquad \sum_P \chi(P) = p \qquad (\mathfrak{H} > \mathfrak{P}),$$

und ebenso

$$(12.)\qquad \sum_Q \vartheta(Q)\chi(Q) = q \qquad (\mathfrak{H} > \mathfrak{Q}).$$

Nach *D.* I, § 1 folgt aus (9.) und (10.), dass $\chi(R)$ einem Charakter der Gruppe $\mathfrak{H}$ proportional ist, und aus (8.), dass der Proportionalitätsfactor gleich ± 1 ist. Nach (3.), § 3 ist $\sum \chi(P)$ (oder $\sum \vartheta(Q)\chi(Q)$) positiv oder negativ, je nachdem χ oder $-\chi$ ein Charakter ist. Aus (11.) oder (12.) ergiebt sich also endlich, dass $\chi(R)$ ein Charakter von $\mathfrak{H}$ ist. Demnach ist $\chi(E) = f$ eine ganze positive in h enthaltene Zahl.

Die Formel (6.) ist in der Formel

$$(13.)\qquad \sum p_\alpha \chi_\alpha = \frac{h}{f}$$

(*Über Gruppencharaktere*, § 4, (11.) und (13.)) enthalten; denn $\frac{hp_\alpha}{h_\alpha}$ ist die Anzahl der Lösungen der Gleichung $ASR = RS$, worin A ein bestimmtes Element der α^{ten} Classe, R und S veränderliche Elemente von $\mathfrak{H}$ sind.

§ 10.

Jetzt sei $\mathfrak{H}$ die symmetrische Gruppe des Grades n. Jeder der k Gruppen $\mathfrak{P}_\varkappa$ entspricht dann eine Function $\zeta^{(\varkappa)}(R)$ und ein Charakter $\chi^{(\varkappa)}(R)$; die erstere hängt aber auch davon ab, welche der conjugirten Gruppen $S^{-1}\mathfrak{P}S$ für $\mathfrak{P}_\varkappa$ gewählt wird. Ordnet man die k Gruppen $\mathfrak{P}_\varkappa$ wie in § 4, so ist, wenn $\varkappa < \lambda$ ist,

$$(\varkappa_1, \varkappa_2, \varkappa_3, \cdots) > (\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \cdots).$$

Dann hat $\mathfrak{P}_\varkappa$ mit der zu $\mathfrak{P}_\lambda$ associirten Gruppe $\mathfrak{Q}_\lambda$ einen Theiler, also eine Transposition gemeinsam. Denn sei $\mathfrak{p}_\varkappa$ ($\mathfrak{q}_\lambda$) das der Gruppe $\mathfrak{P}_\varkappa$ ($\mathfrak{Q}_\lambda$) entsprechende Schema (§ 7). Dann enthält $\mathfrak{q}_\lambda$ λ_1 Zeilen, und die erste Zeile von $\mathfrak{p}_\varkappa$ $\varkappa_1$ Symbole. Ist also $\lambda_1 < \varkappa_1$, so muss mindestens eine jener λ_1 Zeilen zwei dieser $\varkappa_1$ Symbole enthalten, und daher haben $\mathfrak{P}_\varkappa$ und $\mathfrak{Q}_\lambda$ eine Substitution gemeinsam. Ist $\varkappa_1 = \lambda_1$, und enthält keine der λ_1 Zeilen von $\mathfrak{q}_\lambda$ zwei der $\varkappa_1$ Symbole, so enthält jede genau eins derselben. Dies stelle man an den Anfang jeder Zeile, da $\mathfrak{Q}_\lambda$ ungeändert bleibt, wenn man in jeder Zeile von $\mathfrak{q}_\lambda$ die Symbole beliebig umstellt. Dann streiche man in $\mathfrak{p}_\varkappa$ die $\varkappa_1$ Symbole der ersten Zeile, in $\mathfrak{q}_\lambda$ dieselben Symbole, also die λ_1 Symbole der ersten Spalte. Dann ist

$$(\varkappa_2, \varkappa_3, \cdots) > (\lambda_2, \lambda_3, \cdots),$$

und das neue Schema $\mathfrak{p}'_\varkappa$ steht zu dem neuen $\mathfrak{q}'_\lambda$ in derselben Beziehung, wie vorher $\mathfrak{p}_\varkappa$ zu $\mathfrak{q}_\lambda$. Daher gelten dieselben Schlüsse, und $\mathfrak{P}_\varkappa$ und $\mathfrak{Q}_\lambda$ haben eine Transposition T gemeinsam (V. I. 15, p. 135).

Ist also $P_\varkappa$ ein variabeles Element der Gruppe $\mathfrak{P}_\varkappa = \mathfrak{P}_\varkappa T$, so ist nach (1.), § 7, weil T auch der Gruppe $\mathfrak{Q}_\lambda$ angehört,

$$\sum_{P_\varkappa} \zeta^{(\lambda)}(P_\varkappa) = \Sigma\, \zeta^{(\lambda)}(P_\varkappa T) = \Sigma\, \zeta^{(\lambda)}(P_\varkappa)\zeta^{(\lambda)}(T) = -\Sigma\, \zeta^{(\lambda)}(P_\varkappa),$$

und mithin

$$\sum_{\mathfrak{P}_\varkappa} \zeta^{(\lambda)}(P_\varkappa) = 0 \qquad (\varkappa < \lambda). \tag{1.}$$

Die Eintheilung $\mathfrak{p}_\varkappa$ kann für die Gruppe $\mathfrak{P}_\varkappa$ ganz beliebig gewählt werden. Demnach kann $\mathfrak{P}_\varkappa$ durch $S^{-1}\mathfrak{P}_\varkappa S$ ersetzt werden, also in der Summe $P_\varkappa$ durch $S^{-1}P_\varkappa S$. Summirt man dann nach S, so erhält man

$$\sum_{\mathfrak{P}_\varkappa} \chi^{(\lambda)}(P_\varkappa) = 0 \qquad (\varkappa < \lambda). \tag{2.}$$

Dagegen ist nach (11.), § 7

$$\sum_{\mathfrak{P}_\lambda} \chi^{(\lambda)}(P_\lambda) = p_\lambda \tag{3.}$$

von Null verschieden. Demnach sind die k Charaktere $\chi^{(\varkappa)}(R)$ alle von einander verschieden, und damit sind die k Charaktere von $\mathfrak{H}$ in einer von der früheren Herleitung völlig unabhängigen Art bestimmt.

Vergleicht man aber das erhaltene Resultat mit dem früheren, so erkennt man, dass $\chi^{(\lambda)}(R)$ der Charakter ist, der auch in § 4 die Ordnungsnummer λ erhalten hat. Denn setzt man in der Formel (2.) für $\varkappa$ der Reihe nach $0, 1, 2 \cdots$, so ist $\varkappa = \lambda$ der kleinste Werth, für welchen die linke Seite von Null verschieden ist. Nach (12.), § 4 steht der dort mit $\chi^{(\lambda)}(R)$ bezeichnete Charakter zu den Gruppen $\mathfrak{P}_0, \mathfrak{P}_1, \mathfrak{P}_2, \cdots$ in derselben Beziehung. Sind $(\varkappa')$ und (λ') die zu $(\varkappa)$ und (λ) associirten Zerlegungen, so haben $\mathfrak{P}_{\lambda'} = \mathfrak{Q}_\lambda$ und $\mathfrak{Q}_{\varkappa'} = \mathfrak{P}_\varkappa$ eine Transposition gemeinsam, und daraus ergiebt sich, wie oben,

$$\sum_{\mathfrak{P}_{\lambda'}} \chi^{(\varkappa')}(P_{\lambda'}) = 0 \qquad (\varkappa < \lambda)$$

oder nach der in (10.), § 4 eingeführten Bezeichnung $r_{\lambda'\varkappa'} = 0$. Demnach ist

$$(4.) \qquad r_{\varkappa\lambda} = 0 \qquad (\varkappa' > \lambda').$$

§ 11.

Ich kehre nun zu den Bezeichnungen und Voraussetzungen des § 9 zurück, und will zeigen, dass $\frac{f}{h}\,\zeta(R)$ eine für die Gruppe $\mathfrak{H}$ charakteristische primitive Einheit ist, dass also (*Y.* II, 5)

$$(1.) \qquad \Sigma\,\zeta(R)\,\zeta(S) = \frac{h}{f}\,\zeta(T) \qquad (RS = T)$$

ist. Sie bestimmt nach (7.), § 9 den Charakter $\chi(R)$. Ist $\mathfrak{H} > \mathfrak{P}$, so kann man in der Summe

$$\Sigma = \sum_R \zeta(R)\,\zeta(R^{-1}T)$$

R durch $P^{-1}R$ ersetzen. Summirt man dann nach P, so erhält man nach (1.) und (2.), § 9

$$p\,\Sigma = \sum_{P,R} \zeta(R)\,\zeta(R^{-1}PT) = \sum_{P,R} \zeta(R)\,\zeta(R^{-1}P)\,\zeta(T) = p \sum_R \zeta(R)\,\zeta(R^{-1})\,\zeta(T)$$

(indem man wieder R durch PR ersetzt), also nach (5.), § 9

$$\Sigma = \frac{h}{f}\,\zeta(T).$$

Dieselbe Formel erhält man, wenn $\mathfrak{H} > \mathfrak{Q}$ ist, aus (3.), § 9, oder indem man $\Sigma = \sum_S \zeta(TS^{-1})\,\zeta(S)$ setzt.

Die Formel (4.), § 3 liefert noch zwei andere den Charakter $\chi(R)$ bestimmende Einheiten $\frac{f}{h}\,\xi(R)$ und $\frac{f}{h}\,\eta(R)$, deren Beziehungen zu $\frac{f}{h}\,\zeta(R)$ ich entwickeln will. Setzt man, falls $\mathfrak{H} > \mathfrak{P}$ ist,

$$p\,\xi(R) = \sum_P \chi(RP),$$

so ist nach (2.), § 9 und (1.)

$$\frac{ph}{f}\,\xi(R) = \sum_{P,S}\zeta(S^{-1}RPS) = \sum_{P,S}\zeta(S)\zeta(S^{-1}RP) = \frac{h}{f}\sum_{P}\zeta(RP),$$

und mithin (Y. II, 7)

$$(2.)\qquad p\xi(R) = \sum_P \chi(RP) = \sum_P \zeta(RP) \qquad (\mathfrak{H}>\mathfrak{P}).$$

Ebenso ist

$$(3.)\qquad q\eta(R) = \sum_Q \vartheta(Q)\chi(QR) = \sum_Q \vartheta(Q)\zeta(QR) = \sum_Q \zeta(Q^{-1}RQ) \qquad (\mathfrak{H}>\mathfrak{Q}).$$

Daher ist $p\,\xi(R) = \Sigma\,\vartheta(Q)$, die Summe erstreckt über alle Lösungen der Gleichung $Q = P'RP$. Ist r die Ordnung des grössten gemeinsamen Theilers der beiden Gruppen $R^{-1}\mathfrak{P}R$ und $\mathfrak{P}$, so enthält der Complex $\mathfrak{P}R\mathfrak{P}$ $\frac{p^2}{r}$ verschiedene Elemente und stellt jedes r Mal dar. Daher ist

$$(4.)\qquad \frac{p}{r}\,\xi(R) = \Sigma\,\vartheta(Q) \qquad (Q<\mathfrak{P}R\mathfrak{P}),$$

die Summe erstreckt über die verschiedenen Elemente Q der Gruppe $\mathfrak{Q}$, die dem Complexe $\mathfrak{P}R\mathfrak{P}$ angehören. Auch aus der ursprünglichen Definition von $\xi(R)$ ist ersichtlich, dass diese Function für alle Elemente des Complexes $\mathfrak{P}R\mathfrak{P}$ denselben Werth hat.

Ebenso ist, wenn der grösste gemeinsame Theiler von $R^{-1}\mathfrak{Q}R$ und $\mathfrak{Q}$ die Ordnung r hat,

$$(5.)\qquad \frac{q}{r}\,\eta(R) = \vartheta(R)\,\Sigma\,\vartheta(P) \qquad (P<\mathfrak{Q}R\mathfrak{Q}).$$

§ 12.

Die Berechnung von χ mittels der Formel (1.), § 8 wird durch folgende Bemerkung vereinfacht: Ist $PR = Q$, so kann ein Symbol b, das in der Substitution R ungeändert bleibt, weder von P noch von Q ersetzt werden. Denn wenn etwa P^{-1} das Symbol b in a überführt, so ersetzt sowohl PR wie P a durch b. Daher stehen a und b in derselben Zeile der Tabelle $\mathfrak{p}$, also in verschiedenen Zeilen von $\mathfrak{q}$, demnach kann Q nicht a in b überführen, und nicht $PR = Q$ sein.

Ist also $(\rho) = (2)$ die Classe der $h_2 = \frac{1}{2}n(n-1)$ Transpositionen der symmetrischen Gruppe $\mathfrak{H}$, so hat für eine bestimmte Transposition R die Gleichung $PQ = R$ nur die beiden Lösungen $P = R$, $Q = E$ und $P = E$, $Q = R$. Im ersten Falle ist $\vartheta(Q) = +1$, im zweiten $\vartheta(Q) = -1$. Folglich ist $\frac{h_2\chi_2}{f}$ gleich der Differenz der Anzahlen der Transpositionen in $\mathfrak{P}$ und in $\mathfrak{Q}$.

Von den Zahlen $\beta_1, \beta_2, \cdots \beta_\nu$ sind $\alpha_1-\alpha_2$ gleich 1, $\alpha_2-\alpha_3$ gleich 2 u. s. w. Ist also $F(x)$ eine beliebige Function, so ist

$$F(\beta_1)+F(\beta_2)+\cdots+F(\beta_\nu)=(\alpha_1-\alpha_2)F(1)+(\alpha_2-\alpha_3)F(2)+\cdots+(\alpha_{\mu-1}-\alpha_\mu)F(\mu-1)+\alpha_\mu F(\mu)$$

oder

$$(1.)\quad \begin{aligned}\sum F(\beta) &= \alpha_1 F(1)+\alpha_2\big(F(2)-F(1)\big)+\alpha_3\big(F(3)-F(2)\big)+\cdots+\alpha_\mu\big(F(\mu)-F(\mu-1)\big)\\ &= \sum \alpha_\varrho\big(F(\rho)-F(\rho-1)\big)+\alpha_1 F(0).\end{aligned}$$

Demnach ist

$$(2.)\qquad \frac{h_2\chi_2}{f}=\sum_\alpha \tfrac{1}{2}\alpha(\alpha-1)-\sum_\beta \tfrac{1}{2}\beta(\beta-1)=\sum_\varrho(\rho-1)(\beta_\varrho-\alpha_\varrho)$$

oder

$$(3.)\qquad \frac{h_2\chi_2}{f}=\sum_\alpha \tfrac{1}{2}\alpha(\alpha-1)-\sum_\varrho(\rho-1)\alpha_\varrho.$$

Die letzte Formel findet sich in einem anderen Zusammenhang schon bei Hrn. A. Hurwitz, *Über Riemann'sche Flächen mit gegebenen Verzweigungspunkten*, Math. Ann. Bd. 39. Ihre Bedeutung tritt in der Gestalt (2.) deutlicher zu Tage.

Unter den Zahlen $\alpha_1-1, \alpha_2-2, \cdots \alpha_\mu-\mu$ seien $a_1, \cdots a_r$ die positiven ($\geqq 0$), und $-(b'_1+1), \cdots -(b'_{\mu-r}+1)$ die negativen (<0), unter den Zahlen $\beta_1-1, \beta_2-2, \cdots \beta_\nu-\nu$ seien $b_1, \cdots b_r$ die positiven, und $-(a'_1+1), \cdots -(a'_{\nu-r}+1)$ die negativen. Dann sind die Zahlen b und b' zusammen die μ Zahlen $0, 1, \cdots \mu-1$, und die Zahlen a und a' zusammen die Zahlen $0, 1, \cdots \nu-1$. Bewegt sich also ρ von 1 bis μ, so ist

$$\begin{aligned}\sum \tfrac{1}{2}(\alpha_\varrho-\rho)(\alpha_\varrho-\rho+1) &= \sum \tfrac{1}{2}a(a+1)+\sum \tfrac{1}{2}b'(b'+1)\\ \sum \tfrac{1}{2}\rho(\rho-1) &= \sum \tfrac{1}{2}b(b+1)+\sum \tfrac{1}{2}b'(b'+1),\end{aligned}$$

also

$$\sum \tfrac{1}{2}\alpha_\varrho(\alpha_\varrho+1)-\sum \rho\alpha_\varrho=\sum \tfrac{1}{2}a(a+1)-\sum \tfrac{1}{2}b(b+1).$$

und folglich

$$(4.)\qquad \frac{h_2\chi_2}{f}=\sum \tfrac{1}{2}a(a+1)-\sum \tfrac{1}{2}b(b+1).$$

Benutzt man endlich die Charakteristik (3.), § 3, so ergiebt sich

$$(5.)\qquad \frac{h_2\chi_2}{f}=\sum \tfrac{1}{2}(\lambda-m)(\lambda-m+1)-\tfrac{1}{6}m(m^2-1).$$

In meiner Arbeit *Über Gruppencharaktere*, Sitzungsberichte 1896, habe ich § 4, (2.) gezeigt: Durchlaufen $A, B, C, D, \cdots$ die Classen $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \cdots$, so ist die Anzahl der Lösungen der Gleichung

$$(6.)\qquad ABCD\cdots = E,$$

gleich

$$(7.)\qquad h_{\alpha\beta\gamma\delta\cdots}=\frac{1}{h}\sum_\varkappa f^{(\varkappa)2}\,\frac{h_\alpha\chi_\alpha^{(\varkappa)}}{f^{(\varkappa)}}\,\frac{h_\beta\chi_\beta^{(\varkappa)}}{f^{(\varkappa)}}\,\frac{h_\gamma\chi_\gamma^{(\varkappa)}}{f^{(\varkappa)}}\,\frac{h_\delta\chi_\delta^{(\varkappa)}}{f^{(\varkappa)}}\cdots.$$

Ist aber A in der Gleichung (6.) ein bestimmtes Element der α^{ten} Classe, so ist diese Zahl durch h_α zu dividiren. Die m Classen $\beta, \gamma, \delta, \cdots$ seien alle die Classe der Transpositionen. Die Zahl (3.) werde für $\chi=\chi^{(\varkappa)}$ mit $t_\varkappa$ bezeichnet. Demnach giebt die Zahl

$$(8.)\qquad \sum_{\varkappa} \frac{f^{(\varkappa)}\chi_{\alpha}^{(\varkappa)}}{h}\, t_{\varkappa}^{m}$$

an, auf wie viele Arten sich eine Substitution der α^{ten} Classe als ein Product von m Transpositionen darstellen lässt. Ist

$$(\varkappa)\qquad n = \varkappa_1 + \varkappa_2 + \cdots + \varkappa_\mu$$

die Zerlegung $(\varkappa)$, so ist

$$(9.)\qquad \frac{h}{f^{(\varkappa)}} = \frac{\varkappa_\mu!\,(\varkappa_{\mu-1}+1)!\cdots(\varkappa_1+\mu-1)!}{\Delta(\varkappa_\mu,\varkappa_\mu+1,\cdots\varkappa_1+\mu-1)}.$$

Die Anzahl der Darstellungen von E als Product von m Transpositionen ist

$$(10.)\qquad \frac{1}{h}\sum_{\varkappa} f^{(\varkappa)\,2}\, t_{\varkappa}^{m}.$$

Diese Anwendung meiner Entwicklungen benutzt Hr. A. Hurwitz in seiner Arbeit *Über die Anzahl der Riemann'schen Flächen mit gegebenen Verzweigungspunkten*, Math. Ann. Bd. 55. Hr. Netto aber entnimmt in seiner Arbeit *Über die Zusammensetzung von Substitutionen aus den Transpositionen*, Math. Ann. Bd. 55 die Werthe der Zahlen $t_\varkappa$ der früheren Arbeit von A. Hurwitz, und berechnet die Werthe der Zahlen $f^{(\varkappa)}$ und $\chi_{\alpha}^{(\varkappa)}$ für kleinere Werthe von n, ohne ihren Zusammenhang mit der Theorie der Charaktere der symmetrischen Gruppe zu bemerken.

Bestehen die Permutationen der Classen (3.) und (4.) aus je einem Cyklus von 3 oder 4 Symbolen, so ist analog

$$(11.)\qquad \begin{aligned} \frac{h_3\chi_3}{f} &= \sum\binom{\alpha}{3} + \sum\binom{\beta}{3} - \sum{}'(\alpha_\varrho-1)(\beta_\sigma-1)\\ &= \sum \tfrac{1}{6}a(a+1)(2a+1) + \sum\tfrac{1}{6}b(b+1)(2b+1) - \binom{n}{2}\\ &= \sum\tfrac{1}{6}(\lambda-m)(\lambda-m+1)(2\lambda-2m+1) + \tfrac{1}{12}m^2(m^2-1) - \binom{n}{2}, \end{aligned}$$

wo sich die Summe $\sum'$ nur über die Paare der Indices $\rho = 1, 2, \cdots \mu$ und $\sigma = 1, 2, \cdots \nu$ erstreckt, die einer der beiden äquivalenten Bedingungen

$$(12.)\qquad \alpha_\varrho \geqq \sigma, \qquad \beta_\sigma \geqq \rho$$

genügen. Und endlich ist

$$(13.)\qquad \begin{aligned} \frac{h_4\chi_4}{f} &= \sum\binom{\alpha}{4} - \sum\binom{\beta}{4} - \sum{}'(\alpha_\varrho-1)(\alpha_\varrho-2)(\beta_\sigma-1)\\ &+ \sum{}'(\beta_\sigma-1)(\beta_\sigma-2)(\alpha_\varrho-1) - \sum_{(\varrho>\varrho')}\alpha_\varrho(\alpha_\varrho-1)(\alpha_{\varrho'}-1) + \sum_{(\sigma>\sigma')}\beta_\sigma(\beta_\sigma-1)(\beta_{\sigma'}-1) \end{aligned}$$

und

$$(14.)\qquad \begin{aligned} \frac{h_4\chi_4}{f} + (2n-3)\frac{h_2\chi_2}{f} &= \sum\left(\tfrac{1}{2}a(a+1)\right)^2 - \sum\left(\tfrac{1}{2}b(b+1)\right)^2\\ &= \sum\left(\tfrac{1}{2}(\lambda-m)(\lambda-m+1)\right)^2 - \tfrac{1}{60}m(m^2-1)(3m^2-2). \end{aligned}$$

Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der ozeanischen Salzablagerungen.

XXX. Die isomorphen Mischungen: Glaserit, Arkanit, Aphtalose und Natronkalisimonyit.[1]

Von J. H. van't Hoff und H. Barschall.

Zur Abrundung der bei 25° durchgeführten Bestimmungen, welche, soweit es die Chloride und Sulfate von Magnesium und Kalium bei gleichzeitiger Sättigung an Chlornatrium betrifft, wesentlich zum Abschluß gebracht waren[2], sind die allerdings vereinzelten Vorkommnisse isomorpher Mischungen eingehender verfolgt. Durch zwei Veröffentlichungen wurde darauf unsere Aufmerksamkeit gelenkt: diejenige von Kubierschky über Kaliumnatriumsulfat[3] und von Koechlin über Kaliumnatriumastrakanit.[4] Die diesbezüglichen Resultate seien nacheinander angeführt und schließlich der Einfluß erörtert, welchen dieselben auf die oben erwähnte Hauptuntersuchung haben.

I. Glaserit, Arkanit und Aphtalose.

Zunächst hat das von Kubierschky beschriebene Doppelsulfat $(SO_4)_3 K_4Na_2$ uns veranlaßt, das gegenseitige Verhalten von Kalium- und Natriumsulfat weiter zu verfolgen und dabei besonders das Interesse zu berücksichtigen, welches dieses Verhalten für die Salzlagervorkommnisse bietet.

Die letzte umfassendere Untersuchung über das gegenseitige Verhalten von Kalium- und Natriumsulfat führte Retgers[5] durch. Derselbe betrachtet die Existenz eines Doppelsalzes $(SO_4)_2K_3Na$ als feststehend und bestätigt damit die Angaben von Penny an künstlichem[6], von

[1] Da durch eine Arbeit von F. M. Jäger (Tschermaks Mitteilungen, 1903, 103) die Identität von Simonyit und Astrakanit wohl endgültig festgestellt ist, wird fernerhin nur der letzte Name benutzt werden.

[2] Diese Sitzungsberichte 1901, 1034.

[3] Hist. 1902, 413.

[4] Tschermaks Mitteilungen 21, 355.

[5] Zeitschr. f. physik. Chemie 6, 205.

[6] Quart. Journ. of the Chem. Soc. 6, 106, 1854.

Hauer[1] und Geserick[2] an natürlichem Glaserit, indem er einen Kaliumsulfatgehalt von 79.2 Prozent bis 77.3 Prozent findet statt der berechneten 78.6 Prozent. Diese Verbindung ist optisch einachsig (hexagonal), während Kalium- und Natriumsulfat rhombisch sind, und unterscheidet sich von letzteren überdies durch ein etwas höheres spezifisches Gewicht (2.695 gegen 2.666 bei Kalium- und 2.673 bei Natriumsulfat); außerdem ist dieselbe leichter schmelzbar als die Einzelsulfate und erstarrt beim Abkühlen im Vergleich zu jenen glasig durchsichtig. In bezug auf etwaige Isomorphie wird dann festgestellt, daß die beiden rhombisch kristallisierenden Kalium- und Natriumsulfate nicht imstande sind, wesentliche Mengen Natrium- oder Kaliumsulfat in sich aufzunehmen. Unmittelbar neben praktisch reinem Natrium- oder Kaliumsulfat bilden sich die spezifisch schwereren, durch Jodmethylen abtrennbaren einachsigen Kristalle, welche Retgers auf diesen Grund, ohne Analyse, als $K_3Na(SO_4)_2$ betrachtete. Isomorphie ist also nach Retgers vollständig ausgeschlossen, und wir haben uns bei unseren bisherigen Arbeiten mit Glaserit auf diesen Standpunkt gestellt.[3]

Indessen ist auch die andere Ansicht vertreten, welche unter anderem in Naumann-Zirkels »Elemente der Mineralogie« (14. Auflage 1901, 549) zum Ausdruck kommt, daß Glaserit ein Sulfat von Kalium und Natrium in wechselndem Verhältnis, also $(K, Na)_2SO_4$ ist, meist mit vorwiegend Kalium. Diese Auffassung konnte sich der Beobachtung von Kubierschky über die Existenz eines Doppelsulfats, das viel reicher an Natrium ist als $K_3Na(SO_4)_2$ entspricht, anschließen, und eine neue Prüfung von Retgers' Standpunkt erschien also wünschenswert, umsomehr als Retgers sich bei seiner Entscheidung auf das spezifische Gewicht ohne Analyse stützte.

Es hat sich bei dieser Prüfung ergeben, daß, entsprechend Retgers' Angaben, das rhombische Kaliumsulfat und Natriumsulfat keine wesentlichen Mengen der anderen Salze isomorph aufnehmen können. In Bezug auf den Glaserit zeigte sich jedoch ein ganz eigentümliches Verhalten, indem dasselbe in weiten Grenzen von Temperatur und Zusammensetzung der Lösung mit dem ziemlich konstanten Kaliumsulfatgehalt von 78 Prozent auftritt, wobei sich jedoch kontinuierlich eine Reihe von wohlkristallisierten Mischungen anschließt, worin der Kaliumsulfatgehalt bis 60 Prozent und bei höherer Temperatur wohl noch tiefer sinkt. Es liegt hier also eine isomorphe Mischbarkeit vor, einerseits begrenzt durch einen Komplex, der mit den Bedingungen wenig in Zusammensetzung variiert.

[1] Journ. f. prakt. Chemie 83, 356, 186.
[2] Zeitschr. f. Krist. 15, 561, 1889.
[3] Diese Sitzungsberichte 1898, 387 und 590.

A. Darstellung der Kaliumnatriumsulfate, welche an Natrium reicher sind als Glaserit.

In erster Linie wurde Kubierschkys Darstellung wiederholt und durch Lösen von Kalium- und Magnesiumsulfat, Kalium- und Natriumchlorid im angegebenen Verhältnis in der Wärme das von ihm beschriebene Kaliumnatriumsulfat mit 67 Prozent K_2SO_4 erhalten; jedoch zeigte sich, daß Abnahme der Natriumchloridmenge ein Sulfat von verschiedener Zusammensetzung gibt, einmal 73.3, ein anderes Mal 76.3 und 77 Prozent Kaliumsulfat enthaltend, ohne daß sich unter dem Mikroskop Nichteinheitlichkeit zeigte. Stellt man daneben, daß vom Rath[1] in wohlausgebildeten Kristallen des sogenannten Arkanits von Roccalmuto nur 61.5 Prozent Kaliumsulfat fand, während Geserick[2] in der sogenannten Aphtalose von Douglashall nach seinen Analysen:

SO_4K_2	SO_4Na_2	SO_4Mg	NaCl	Mol.	H_2O
66.5	22	—	10.1	0.4	(1)
58.7	19.5	3.4	14.4	0.1	(3.9)
67.3	18.2	—	11.6	—	(2.9)

zumal in den ersten beiden Proben ein Verhältnis zwischen Kalium- und Natriumsulfat findet, welches kleiner ist als beim Glaserit $K_3Na(SO_4)_2$ und auf etwa 75 Prozent K_2SO_4 hinweist, so gewinnt die oben erwähnte Auffassung ihre Berechtigung, daß es sich um eine ausgedehnte isomorphe Reihe handelt. Diese Auffassung haben wir durch systematische Kristallisationsversuche mit Natriumkaliumsulfatlösungen ohne Zusatz von Chloriden und Magnesiumsalzen geprüft und bestätigt.

Anfangend beim Kaliumsulfat, wurde zuerst das Gebiet zwischen diesem und Glaserit durchsucht und Einengungsversuche bei 25°, 50° und 70° durchgeführt. Wir haben dabei zur geeigneten Wahl der Anfangsflüssigkeit die Angabe von Scacchi[3] benutzt, daß Glaserit entsteht, sobald das Gewichtsverhältnis zwischen Natrium- und Kaliumsulfat in Lösung 2 : 5 wird, und haben bei 25° und 50° mit 1 : 5, bei 75° mit 1 : 4 angefangen. Die Kaliumsulfatbestimmung ergab in den sukzessiven Kristallisationen, welche durch Wasser und Alkohol von der Mutterlauge getrennt werden:

	25°	50°	75°
Nr. 1	97.1	98.4	96.8
» 2	98.9	98.4	75.4
» 3		97.8	
» 4		96.7	
» 5		78.7	

[1] Pogg. Ann. Ergänzungsband 6, 359. 1873.
[2] Ochsenius, Jahrbuch für Mineralogie 1, 275. 1889.
[3] Atti della Reale Accademia della Scienze di Napoli, 1863, 10—69.

Man sieht also, daß, wie auch SCACCHI und RETGERS fanden, keine wesentliche Aufnahme von Natriumsulfat durch das Kaliumsulfat stattfindet, bis auf einmal Glaserit (78.6 Prozent K_2SO_4 berechnet sich für $(SO_4)_2K_3Na$) erscheint. Letzteres läßt sich hierbei mikroskopisch leicht dadurch erkennen, daß eine feingepulverte Probe, mit Wasser angefeuchtet, in wenigen Minuten Ausscheidung von wohlausgebildeten Kaliumsulfatkristallen herbeiführt, ein neues Merkmal, welches für die ganze Untersuchung von sehr wesentlichem Wert gewesen ist.

Anders ist die Sachlage zwischen Glaserit und Natriumsulfat, wie sich aus den obigen Angaben schon erwarten ließ. Wir haben dabei zuerst die Verhältnisse bei etwas höherer Temperatur verfolgt, weil KUBIERSCHKYS Verbindung unter diesen Umständen erhalten wurde, und auch VOM RATH betont, daß die größere Natriumsulfatmenge im Arkanit wohl der höheren Bildungstemperatur zuzuschreiben ist. Als Merkmal zur Erkennung der sukzessiv erhaltenen Kristallisationen wurde anfangs das Aussehen benutzt; der Glaserit ist meistens wohlausgebildet und durchsichtig; die natriumreicheren Formen sind öfters kleine sechseckige Plättchen, die vielfach trüb erscheinen. Dieses Merkmal hat sich jedoch schließlich als trügerisch gezeigt, da auch die natriumreicheren Formen wohlausgebildet und durchsichtig sein können, und so ist die oben erwähnte mikroskopische Verfolgung der Kaliumsulfatbildung nach Anfeuchten vorgezogen, welche bei einer der Formel $K_3Na(SO_4)_2$ entsprechenden Zusammensetzung und feiner Verreibung sich innerhalb zwei Minuten zeigt, während sie bei hohem Natriumgehalt ausbleibt oder erst viel später zustande kommt; noch schärfer ist die Probe unter Anwendung einer einprozentigen Natriumsulfatlösung. Die sehr natriumreichen Formen schließlich werden nach Anfeuchten in Pulverform durch Bildung von Glaubersalz fest.

Bei 70° ließen sich sehr leicht natriumreichere Formen erhalten; ausgehend von einer Lösung, worin das Gewichtsverhältnis zwischen Natrium- und Kaliumsulfat 2 : 1 war, enthielten die Kristalle 70.3 Prozent Kaliumsulfat, beim Verhältnis 3 : 1 nur noch 65.5 Prozent.

Dann zeigte sich, daß, entgegen der ursprünglichen Erwartung, die hohe Temperatur durchaus keine Bedingung ist; sukzessiv wurden bei 60° Kristalle erhalten mit 62.1 Prozent K_2SO_4, bei 50° mit 71.3 und mit 73.2, bei 40° zeigte auch die mikroskopische Prüfung die Bildung natriumreicher Kristalle an, und auch bei 25°, als dem Entstehen von Glaubersalz durch Zusatz von Chlornatrium vorgebeugt wurde, entstanden dieselben mit einem Gehalt von 71.9 Prozent K_2SO_4.

Es sei hinzugefügt, daß neben den natriumreichen Kristallen schließlich Natriumsulfat erscheint in wohlausgebildeten, leicht erkennbaren rhombischen Pyramiden, die nach RETGERS keine nennenswerte

Kaliummenge enthalten. Im ganzen ist also festgestellt, daß, während Kaliumsulfat und Natriumsulfat in der rhombischen Kristallform keine wesentliche Menge der anderen Sulfate isomorph aufnehmen können, zwischen beiden eine andere (hexagonale) Form besteht, welche Natrium- und Kaliumsulfat in stark wechselndem Verhältnis enthält, innerhalb deren Grenzen (77 Prozent und 62.1 Prozent) auch die Naturvorkommnisse, Aphtalit mit etwa 75 Prozent und Arkanit mit etwa 62 Prozent Kaliumsulfat liegen. Das Maximum an Natriumsulfat scheint mit der Temperatur anzusteigen und wurde bei 25° und 60° auf wenigstens 28 resp. 38 Prozent gefunden. Vielleicht wird schließlich das reine Natriumsulfat bei seiner Umwandlungstemperatur erreicht.[1]

B. Beziehung zwischen Glaserit und der isomorphen Mischung von Kalium- und Natriumsulfat.

Während wir anfangs, besonders unter dem Einfluß von Retgers' Angaben, den Glaserit, als Doppelsalz $K_3Na(SO_4)_2$, von den erhaltenen isomorphen Mischungen als scharf verschieden betrachteten, ließ sich bei näherer Untersuchung diese scharfe Abgrenzung in keiner Weise aufrecht erhalten.

Die Analyse allein konnte hier keine völlige Entscheidung bringen. Zwar wurden so ziemlich alle Zwischenstufen zwischen dem kleinsten Kaliumsulfatwert 62.1 Prozent und dem Betrag 78.6 Prozent für $K_3Na(SO_4)_2$ gefunden (62.5, 71.3, 73.2, 77), allein die Möglichkeit lag vor, daß neben Glaserit eine isomorphe Reihe existiere, die sich bei ansteigender Temperatur derart ausdehnt, daß auch die Zusammensetzung des Glaserits erreicht wird.

Dagegen brachte die Untersuchung der Gleichgewichtsverhältnisse und der Kristallform die Entscheidung im obenerwähnten Sinne.

In erster Hinsicht stand fest, daß, falls im Bereich unserer Temperaturen die isomorphe Reihe sich derart ausdehnt, daß auch die Zusammensetzung $K_3Na(SO_4)_2$ mit eingeschlossen ist und dennoch keine Identität mit Glaserit besteht, Glaserit eine Umwandlungserscheinung zeigen muß und, in Anbetracht der Möglichkeit, daß hiermit die Lichtentwickelung beim Kristallisieren von Glaserit zusammenhängen konnte, haben wir den Gegenstand näher verfolgt, aber eine Umwandlung nicht beobachten können. Falls man also die Selbständigkeit des Glaserits aufrecht erhalten will, muß eine Lücke zwischen Glaserit und der iso-

[1] Wyrouboff (Bull. de la Soc. chim. 1901, 110) beobachtete bei 180° die Verwandlung in eine angeblich monokline Modifikation; Mügge bei 184° (Lehmann, Molekularphysik 1, 171).

morphen Mischung bestehen und sich eine Lösung von konstanter Zusammensetzung darstellen lassen, welche an beiden gesättigt ist, was uns jedoch nicht gelang, wie folgende Versuche zeigen.

Bei 60° arbeitend, ließ sich in der gewöhnlichen Weise sehr leicht die Lösung von konstanter Zusammensetzung erhalten, welche an Kaliumsulfat und Glaserit gesättigt ist; derselben entspricht:

$$1000\,H_2O\ 18.4\,K_2SO_4\ 10.4\,Na_2SO_4.$$

Ebenso ließ sich bei 60° die konstante Zusammensetzung feststellen bei Sättigung an isomorpher Mischung und Natriumsulfat, entsprechend:

$$1000\,H_2O\ 13\,K_2SO_4\ 53.7\,Na_2SO_4.$$

Stellen wir dies mit der Sättigung an den Einzelsalzen zusammen, so entsteht folgende Tabelle für 60°:

Sättigung an:	Auf 1000 Mol. H_2O in Mol. K_2SO_4	Auf 1000 Mol. H_2O in Mol. Na_2SO_4	Trockengewicht
I. K_2SO_4	18.7	—	15.4 Prozent
II. K_2SO_4, Glaserit	18.4	10.4	20.7 »
III. Is. Mischung, Na_2SO_4	13	53.7	35.4 »
IV. Na_2SO_4	—	57.4	31.2 »

Da im Trockengewicht ein ziemlich scharfes Merkmal für die Zusammensetzung der Lösungen zwischen I und III vorliegt, wurde an der Hand dieses Merkmals systematisch die konstante Zusammensetzung bei gleichzeitiger Sättigung an Glaserit und isomorpher Mischung gesucht, jedoch erfolglos. Da die Kristallisationsversuche gezeigt hatten, daß halbwegs zwischen II und III sich entschieden natriumreiche Kristalle ausscheiden, wurde eine derartige Lösung (150^{gr}) mit einem Überschuß (30^{gr}) von Glaserit mit 78.7 Prozent K_2SO_4 zweimal 24 Stunden bei 60° gerührt und dann 7^{gr} Wasser durch einen Luftstrom entfernt, dann wiederum 48 Stunden gerührt und diese Operation wiederholt; die jedesmal nach dem Rühren ausgeführte Trockengewichtsbestimmung zeigte nirgends Konstanz, sondern eine allmähliche Zunahme von 28 auf 35.5 Prozent, wobei die konstante Einstellung der Lösung III sich zeigte.

Im selben Sinne lautete das Resultat der kristallographischen Untersuchung. Hr. Dr. Jäger hatte die Güte, drei unserer wohlausgebildeten Präparate zu untersuchen, wofür ihm hier unser bester Dank ausgesprochen sei, einmal ein bei 50° erhaltenes Produkt mit 73.2 Prozent Kaliumsulfat, einmal ein bei 70° erhaltenes mit 71 Prozent, welch letzteres so wohlausgebildet war, daß wir es anfangs für Glaserit ansahen, drittens ein analysenreiner Glaserit mit 78.7 Prozent K_2SO_4.

Unterschied in kristallographischer Hinsicht war zwischen den drei Proben nicht.

In erster Linie zeigte sich, daß die 73.2 Prozent Kaliumsulfat enthaltenden Kristalle mit den 71 prozentigen identisch sind und überdies kristallographisch mit dem Arkanit (62 Prozent Kaliumsulfat enthaltend) zusammenfallen:

»Die optische Prüfung ergibt im konvergenten Lichte eine normale und ungestörte Interferenzfigur eines einachsigen Kristalls ohne Zirkularpolarisation; der dem Mittelpunkt am nächsten liegende Ring ist gelb, die übrigen folgen wie die natürlichen Farben aufeinander. Die Reihenfolge ist ganz normal; also liegt wahrscheinlich keine Mischung von + und — Substanz vor. Der Charakter der Doppelbrechung ist schwach positiv.

Die Form ist eine rhomboedrische, mit deutlich zu unterscheidenden positiven und negativen Rhomboedern (1011) tafelförmig abgestumpft durch die Basisflächen (0001); auch ist ein sehr schmal entwickelter Skalenoeder bemerkbar. Öfters zeigt sich eine Arragonitdrillingsform nach der Prismenfläche.

Die Winkel schwanken an demselben Kristall um $1\frac{1}{2}°$. Es wurde gefunden:

$$(10\bar{1}1):(0001) = 56° 13' \text{ bis } 59° 3'.$$

Die Kristalle entsprechen also dem Arkanit von Roccalmuto, welche ebenfalls die Arragonitverwachsung zeigen, jedoch von vom Rath ohne optische Untersuchung irrtümlich[1] als rhombisch gedeutet wurden, mit:

$$(10\bar{1}1):(0001) = 59° 30'.«$$

Zweitens stellte sich heraus, daß der zugesandte wohlausgebildete und analysierte Glaserit mit 78.7 Prozent Kaliumsulfat kristallographisch nicht von der isomorphen Mischung mit 73.2 bez. 71 Prozent zu unterscheiden war:

»Die Glaseritkristalle zeigen dieselbe Beschaffenheit wie die isomorphen Mischungen: sehr große geometrische Anomalien (bis 30'), trübe Reflexe bei sonst glänzenden Flächen, eine ungetrübte, einachsige Interferenzfigur von positivem Charakter. Dieselben Winkel wurden gemessen wie früher bei den isomorphen Mischungen mit gleichem Ergebnis:

$$(10\bar{1}1):(0001) \text{ im Mittel } 56° 7'.$$

Überdies fanden sich unter den Kristallen solche, die vollkommen den Habitus des Arkanits (nach vom Rath) hatten, mit arragonitähnlicher Drillingsbildung.

Schließlich wurde durch Ätzfiguren, welche auf der Basis gleichseitige Dreiecke, auf den Rhomboederflächen spitze, gleichschenke-

[1] Naumann-Zirkel, Elemente der Mineralogie, 1901, 549.

lige Dreiecke sind, bewiesen, daß die Kristalle rhomboedrisch-hemiedrisch sind.[1]«

Es kann somit kaum angezweifelt werden, daß vom Glaserit mit 78.6 Prozent K_2SO_4 bis zum Arkanit mit 61.8 Prozent K_2SO_4 eine kontinuierliche, isomorphe Reihe vorliegt[1], wobei der Winkel (1011): (0001) allmählich von 56° auf 59° ansteigt.

II. Natronkalisimonyit.

Die zweite Andeutung einer Isomorphie im von uns untersuchten Salzgebiet brachte die Mitteilung von Koechlin, daß in Kalusz in der Kainitregion neben Steinsalz, Sylvin, Reichardtit, Schönit und ein Sulfat (vielleicht Aphtalose), ein dem Astrakanit (Simonyit) nahestehendes Mineral, vorkommt, das sich von Astrakanit durch einen Gehalt an Kali unterscheidet, wie nachstehendes Resultat der Analyse ausweist:

SO_3	MgO	Na_2O	K_2O	H_2O	Cl	Rückstand
48.09	11.94	18.14	0.43	21.52	Sp.	0.07

Es lag auf der Hand, hier an eine isomorphe Mischung zu denken, umsomehr, als nach dem Vorangehenden Kalium und Natrium sich im Sulfat bis zu einer gewissen Höhe isomorph vertreten können und diese Fähigkeit im allgemeinen bei Bindung an einer größeren Atomgruppe (wie es in diesem Doppelsulfat der Fall ist) zunimmt. Überdies ging aus unseren Untersuchungen bei 25° hervor, daß in den Salzlagern Astrakanit $(SO_4)_2MgNa_2 . 4H_2O$ und Leonit $(SO_2)_2MgK_2 . 4H_2O$ nebeneinander auftreten können und also die Gelegenheit zu einer möglichst weitgehenden isomorphen Vertretung vorhanden ist.

Zur Verfolgung dieses Gegenstandes wurden systematische Kristallisationsversuche angestellt mit Lösungen, welche Magnesiumsulfat und eine entsprechende Menge von Natrium- und Kaliumsulfat enthielten, und bei 50° gearbeitet, um die Bildung von Schönit $(SO_4)_2Mg K_2 . 6H_2O$ auszuschließen.

Es zeigte sich dabei alsbald, daß die Isomorphie wenigstens nicht so weit geht, daß eine kontinuierliche Reihe von Mischungen Astrakanit und Leonit verbindet, sondern nebeneinander treten schließlich wohl charakterisierte Kristallgruppen des letzteren auf, während Astrakanit meistens als eine harte kristallinische Kruste den Boden der Schale bedeckt. Nachdem dies festgestellt war, wurde eine etwas größere Menge einer Lösung dargestellt und so weit eingeengt, daß die beiden Salze nebeneinander sich ausgeschieden hatten; die Mutter-

[1] Haussmann, Naumann-Zirkel, S. 549. Rammelsberg, Krist. Chem. 1, 403.

lauge wurde dann in zwei Teilen weiter verarbeitet und in den einen der ausgelesene Leonit (in Wasser gelöst) hineingegeben, in den anderen der ausgelesene Astrakanit. Bei langsamer Einengung war es in dieser Weise möglich, getrennt Leonit und Astrakanit zu erhalten, wovon die letzteren Portionen bevor Auftreten des anderen Sulfats von der Mutterlauge getrennt wurden durch Absaugen, Waschen mit Wasser, 50prozentigem Alkohol und Alkohol. Zur Beurteilung, ob hierdurch eine vollständige Abtrennung der Lauge erzielt war, hatte man letzterer von vornherein etwas Chlormagnesium zugesetzt, und die Kristalle zeigten sich zum Beweise der gelungenen Abtrennung chlorfrei.

Die Analyse dieser beiden Produkte ergab nun folgendes:

1. Astrakanit: 22.1 Prozent H_2O (ber. 21.6) und 1.26 Prozent K_2SO_4 im wasserfreien Salze. Die aufgenommene Kalimenge ist also nicht sehr beträchtlich, nur etwas größer als in Koechlins Naturprodukt, welches 1.01 Prozent K_2SO_4 im wasserfreien Salze enthält.

2. Leonit: 20.2 Prozent H_2O (ber. 19.7) und 46.4 Prozent K_2SO_4 im wasserfreien Salze. Hier liegt die Sache anders, da die Formel $MgK_2(SO_4)_2$ beträchtlich mehr und zwar 59.2 Prozent K_2SO_4 verlangt. Der Zusammensetzung entspricht demnach ungefähr:

$$MgSO_4\,0.76\,K_2SO_4\,0.24\,Na_2SO_4\,.\,4H_2O,$$

welche Formel 20.1 Prozent Wasser und 46.3 Prozent Kaliumsulfat im trocknen Salz verlangt.

III. Einfluß des Auftretens isomorpher Mischungen auf die bei 25° gemachten Bestimmungen.

Von den drei untersuchten Isomorphieerscheinungen ist auf die bei 25° durchgeführten Bestimmungen[1] diejenige, welche sich im Auftreten von sogenanntem Kalinatronsimonyit zeigte, kaum von Einfluß. Die Maximalmenge, welche vom Astrakanit an Kalium aufgenommen werden kann, beträgt etwa 2 Prozent des ganzen Natriums. Da die Bestimmungen sich durchweg auf Sättigung an Chlornatrium bezogen und die Maximalmenge nur an der Grenze des Leonitgebietes zu erwarten ist, wird die durchschnittliche Menge Kalium eine für unseren Zweck vernachlässigbare.

Anders liegt es mit dem Glaserit und Leonit; im Früheren ist dabei immer mit der bez. Zusammensetzung $K_3Na(SO_4)_2$ und $MgK_2(SO_4)_2 4H_2O$ gerechnet. Eine ziemlich bedeutende Abweichung davon ist zu erwarten, welche nunmehr beim Glaserit eingehend verfolgt wurde. Dabei wurden die extremen Verhältnisse berücksichtigt, d. h.

[1] Diese Sitzungsberichte 1901, 1043.

die kaliumreichsten Lösungen und die natriumreichsten, bei gleichzeitiger Sättigung an Chlornatrium und Chlorkalium resp. Natriumsulfat. Es handelte sich also um die früheren Grenzlösungen:

F (Sättigung an Chlorkalium, Glaserit, Chlornatrium):

$$1000 H_2O\ 44 Na_2Cl_2\ 20 K_2Cl_2\ 4\tfrac{1}{2} Na_2SO_4$$ und

G (Sättigung an Natriumsulfat, Glaserit, Chlornatrium):

$$1000 H_2O\ 44\tfrac{1}{2} Na_2Cl_2\ 10\tfrac{1}{2} K_2Cl_2\ 14\tfrac{1}{2} Na_2SO_4$$

und so sind drei zwischenliegende Flüssigkeiten untersucht, die bez. als $3F+G$, $F+G$ und $F+3G$ bezeichnet seien, darin etwas Glaserit gelöst, langsam bei 25° eingeengt und die letztere chlorfreie Fraktion untersucht, die also der Ausscheidung von Chlornatrium unmittelbar voranging. Unerwartet zeigten die drei Kristallisationen keinen wesentlichen Unterschied:

$3F+G$: 69.4 Prozent K_2SO_4; $F+G$: 70.8 Prozent K_2SO_4;
$F+3G$: 71 Prozent K_2SO_4.

Die Differenzen sind sogar so unwesentlich, daß in der kaliumreicheren Lösung die Analyse etwas weniger Kalium nachwies, und wohl wegen der überall vorhandenen Sättigung an Chlornatrium läßt sich die Zusammensetzung im wesentlichen konstant durch 71 Prozent K_2SO_4 und 29 Prozent Na_2SO_4 ausdrücken oder:

$$(\tfrac{2}{3}K\,\tfrac{1}{3}Na)SO_4,$$

welche wohl zufällig mit Kubierschkys Formel zusammenfällt.

Indem unsere frühere Annahme über die Zusammensetzung des sogenannten Glaserits bei 25° also zu ändern ist, werden die Löslichkeitsdaten davon nicht betroffen, da die Gelegenheit zur Bildung der isomorphen Mischung mit 71 Prozent K_2SO_4, wie auch immer der angewandte Glaserit zusammengesetzt gewesen sei, durch die lange Dauer des Rührens gegeben war. Übrigens ergab auch eine Neubestimmung des Punktes G (Sättigung an Natriumsulfat, Glaserit und Chlornatrium) mit absichtlich dazu dargestelltem Glaserit mit 71 Prozent K_2SO_4 dasselbe Resultat wie früher:

6.1 Prozent Chlorkalium; 33.3 Prozent Trockengewicht; 14.9 Prozent Cl entsprechend: $1000 H_2O\, 4 Na_2Cl_2\, 11 K_2Cl_2\, 14\tfrac{1}{2} Na_2SO_4$.

Nur der Kristallisationsgang bei Einengung ist, entsprechend der Ausscheidung eines etwas anderen Doppelsulfats als früher angenommen wurde, etwas abgeändert, wie nachträglich ausgeführt werden wird.

Das bei Glaserit erhaltene Resultat hat die entsprechende Untersuchung für Leonit sehr vereinfacht; dessen Gebiet ist ein verhältnismäßig schmaler Streifen, welcher in allen Teilen unweit des Astrakanitfeldes liegt; fügt man hinzu, daß Sättigung an Chlornatrium

durchweg vorhanden ist, so liegt hier noch mehr Grund als beim Glaserit vor, um die maximale Natriummenge in Leonit zu erwarten und als Formel des unter diesen Umständen ausgeschiedenen Minerals

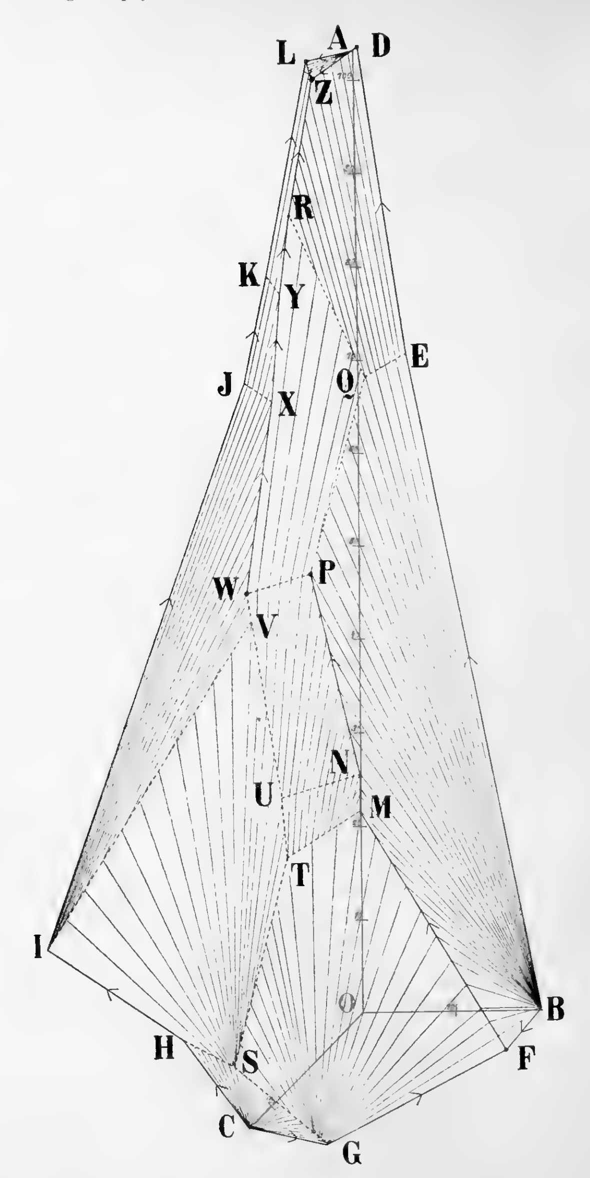
$$SO_4Mg\,0.76\,K_2SO_4\,0.24\,Na_2SO_4\,4H_2O$$

anzunehmen, und es liegt auch kein Grund vor, unsere früheren Sättigungsbestimmungen zu wiederholen.

Nach den früheren Prinzipien entsteht nunmehr als Gesammtbild der Sättigungs- und Kristallisationsverhältnisse umstehende Figur, welche die folgenden, früher gemachten Bestimmungen enthält:

	Sättigung an Chlornatrium und	auf 1000 Mol. H_2O in Mol.				
		Na_2Cl_2	K_2Cl_2	$MgCl_2$	$MgSO_4$	Na_2SO_4
O.	—	55½	—	—	—	—
A.	$MgCl_2 . 6H_2O$	2½	—	103	—	—
B.	KCl	44½	19½	—	—	—
C.	Na_2SO_4[1]	51	—	—	—	12½
D.	$MgCl_2 . 6H_2O$, Carnallit	1	½	103½	—	—
E.	KCl, Carnallit	2	5½	70½	—	—
F.	KCl, Glaserit	44	20	—	—	4½
G.	Na_2SO_4, Glaserit[2]	44	10½	—	—	14½
H.	Na_2SO_4, Astrakanit	46	—	—	16½	3
I.	$MgSO_4 . 7H_2O$, Astrakanit	26	—	7	34	—
J.	$MgSO_4 . 7H_2O$, $MgSO_4 . 6H_2O$	4	—	67½	12	—
K.	$MgSO_4 . 6H_2O$, Kieserit	2½	—	79	9½	—
L.	Kieserit, $MgCl_2 . 6H_2O$	1	—	102	5	—
M.	KCl, Glaserit, Schönit	23	14	21½	14	—
N.	KCl, Schönit, Leonit[3]	19½	14½	25½	14½	—
P.	KCl, Leonit, Kainit[4]	9½	9½	47	14½	—
Q.	KCl, Kainit, Carnallit	2½	6	68	5	—
R.	Carnallit, Kainit, Kieserit	½	1	85½	8	—
S.	Na_2SO_4, Glaserit, Astrakanit	26	8	16	—	22
T.	Glaserit, Astrakanit, Schönit	27½	10½	16½	18½	—
U.	Leonit, Astrakanit, Schönit	22	10½	23	19	—
V.	Leonit, Astrakanit, $MgSO_4 . 7H_2O$	10½	7½	42	19	—
W.	Leonit, Kainit, $MgSO_4 . 7H_2O$	9	7½	45	19½	—
X.	$MgSO_4 . 6H_2O$, Kainit, $MgSO_4 . 7H_2O$	3½	4	65½	13	—
Y.	$MgSO_4 . 6H_2O$, Kainit, Kieserit	1½	2	77	10	—
Z.	Carnallit, $MgCl_2 . 6H_2O$, Kieserit	0	½	100	5	—

[1] Kurnakow, Centr. Bl. 1902, I, 1127.
[2] Diese Sitzungsberichte 1898, 593.
[3] Ebenda 1898, 818.
[4] Ebenda 1901, 425.



L
A
D
Z
R
K
Y
E
J
Q
X
P
W
V
N
U
M
T
I
O
B
H
S
F
C
G

Sämtliche Daten sind in der früher angegebenen Weise in die Figur eingetragen, worin *OA*, *OB* und *OC* den Achsen für bez. Magnesiumchlorid, Kaliumchlorid und Natriumsulfat darstellen. Die Felder entsprechen der Sättigung an Chlornatrium und folgenden Körpern:

	Feld	Formel	Mineralogische Bezeichnung
1.	*ALZD*	$MgCl_2 . 6H_2O$	Bischofit
2.	*BFMNPQE*	KCl	Sylvin
3.	*CGSH*	Na_2SO_4	Thenardit
4.	*DZRQE*	$MgCl_3K . 6H_2O$	Carnallit
5.	*FMTSG*	$(1.33K0.67Na)SO_4$	Glaserit
6.	*SHIVUT*	$Na_2Mg(SO_4)_2 4H_2O$	Astrakanit
7.	*VIJXW*	$MgSO_4 . 7H_2O$	Reichardtit
8.	*JXYK*	$MgSO_4 . 6H_2O$	Nicht gefunden
9.	*KYRZL*	$MgSO_4 . H_2O$	Kieserit
10.	*TUNM*	$K_2Mg(SO_4)_2 6H_2O$	Schönit
11.	*NUVWP*	$Mg(1.52K0.48Na)(SO_4)_2 4H_2O$	Leonit
12.	*PWXYRQ*	$MgSO_4 . KCl . 3H_2O$	Kainit

Dann ist aus der Figur auch der Kristallisationsgang ersichtlich; der Kristallisationsendpunkt liegt in *Z*, wo die drei Kristallisationsbahnen *DZ*, *LZ* und *FZ* zusammentreffen, letztere durch das Kainitfeld zwischen *P* und *W* unterbrochen. Überdies ist angegeben, welche Wege über die Sättigungsfelder beim Auskristallisieren befolgt werden, unter Anwendung des Prinzips, daß bei Ausscheidung irgend eines Körpers der Weg gegangen wird, welcher sich entfernt vom Punkt, der der Sättigung an diesem Körper allein entspricht. Dabei ist für Glaserit und Leonit die nunmehr neu ermittelte Zusammensetzung berücksichtigt, welche denselben als isomorphe Mischungen zukommt und durch die Formel in der obigen Tabelle zum Ausdruck gebracht ist.

Über Polymorphismus von Meeresalgen.

Beiträge zur Kenntnis des Eigenwachstums der Zelle.

Von Dr. Friedrich Tobler.

(Vorgelegt von Hrn. Schwendener.)

Die Wachstumspotenzen der einzelnen Zelle im Verbande des Organismus und mehr oder weniger aus diesem gelöst, wie sie sich im Polymorphismus und in der Fähigkeit der Ersatzbildungen äußern, sind Gegenstand einer Reihe algologischer Untersuchungen gewesen, über die ich hier in Kürze berichten will.

Unter den Meeresalgen finden sich viele Formen, bei denen einfacher Bau mit typischem Habitus Hand in Hand geht. Ihr Polymorphismus ist bekannt; ihn bestätigt auch ein großer Teil der Synonymik.

Wie solche habituell modifizierten und oft genug von gewissenhaften Systematikern eigens beschriebenen Formen zustande kommen, das weiß jeder, der Algen zu kultivieren versuchte. Ein solcher wird aber auch einsehen, daß man von vornherein auf eine genaue Präzisierung der den Polymorphismus bez. die Degeneration der Form in der Kultur bedingenden Faktoren verzichten muß. Der wirksame Faktorenkomplex ist in vielen Fällen ein so großer, daß seine Zergliederung uns unüberwindliche Schwierigkeiten entgegensetzt. Auf die Versuche zu ihrer Überwindung will ich hier nicht näher eingehen. Sie gipfeln darin, daß es meist nahezu unmöglich ist, die Formen in normaler Wachstumsweise, d. h. typischem Habitus in der Kultur zu erhalten.[1]

[1] Was die Anstellung der Kulturen betrifft, so sei hier nur bemerkt, daß ich anfangs für Erreichung der Degenerationserscheinungen verdunkelte Kulturen benutzte, in denen bei öfterem Wasserwechsel manche Formen mehrere Monate sich hielten. Ferner brachte ich die Senebiersche Kaliumbichromatglocke in Anwendung, sowie endlich auch Dunkelkulturen in fließendem Wasser. Da sich aber herausstellte, daß auch die Parallelkulturen in verschiedener Belichtung, bei kontinuierlichem Wasserwechsel und bei Durchlüftungsstrom schließlich degenerierten, so konnten auch diese mit zur Beobachtung kommen. Auf etwaige, namentlich quantitative Reaktionsdifferenzen zwischen diesen Kulturmethoden will ich später aufmerksam machen.

Aber auch in der Natur selbst sind die Bedingungen für die Existenz und Konstanz der Formen einem mannigfachen Wechsel unterworfen. So wird z. B. durch den Wechsel der Jahreszeiten oft eine so erhebliche Menge der das Zustandekommen des Habitus bedingenden Faktoren geändert, daß die Abweichungen des Aussehens ganz beträchtliche sein können. Auch bei diesen sogenannten Saisonformen sind wir weit davon entfernt, die wirksamen Faktoren zu kennen. Der Temperaturwechsel ist gerade bei den Algen vermutlich von geringem Einfluß, da er im Wasser keinen bedeutenden Ausschlag erreichen dürfte. Vielmehr können Beleuchtungsverhältnisse, Bewegungsschwankungen des Wassers, außerdem auch die Quantität des Auftretens anderer Organismen im Wasser im Wechsel der Jahreszeiten wesentliche Differenzen in der Gunst oder Ungunst der Wachstumsbedingungen hervorrufen.

Endlich ist noch zu erwähnen, daß auch in der Natur nicht periodische Störungen der Kulturbedingungen zu abweichendem Wachstum Veranlassung geben können, z. B. bei marinen Formen die Stürme, ferner das zeitweilige massenhafte Auftreten von anderen Organismen, etwa algenbewohnenden Diatomeen.

Meine auf diesen Polymorphismus bezüglichen Studien wurden an der zoologischen Station zu Neapel, einmal in der Zeit von März bis August und ein zweites Mal von Januar bis März, ausgeführt.

Ausgehend von den Degenerationserscheinungen in der Kultur, befaßte ich mich im einzelnen mit Art und Reihenfolge ihrer Stadien sowie den speziellen dabei auftretenden Wachstumsvorgängen. Diese Beobachtungen fanden ihre Ergänzung an dem durch die Natur gebotenen Material, das infolge besonderer Störungen sich in ähnlichem Vegetationszustande befand. So brachten z. B. die auf Stürme folgenden Tage regelmäßig an bestimmten Stellen des Ufers (20–40^{m}, in der sogenannten Detrituszone) Ansammlungen von abgerissenen Algen und Algenteilen hervor. die sich dort kräftig, aber anomal weiter entwickelten. In der Kultur pflegte sich aber an diese Degenerationen nicht selten noch eine Desartikulation des Zellverbandes, ein Zerfall nach Art der früher von mir erörterten Auflösung des Thallus bei Dasya, anzuschließen. Hierbei konnte in reichem Maße die Neubildung an den isolierten Zellen und das Hervortreten ihrer eignen Wachstumspotenzen zum Vergleich mit den anderen Beobachtungen herangezogen werden. Und unter diesem Gesichtspunkt, dem Eigenwachstum der Zelle, das durch ihre Einordnung in den Verband des Organismus gehemmt oder modifiziert, bei Störung des Systems oder Lösung des Zellkomplexes zur Geltung kommt, will ich auch ohne die aus oben angedeuteten Gründen unausführbare Präzisierung der bedingen-

den Faktoren auf die bezeichneten Erscheinungen das Interesse lenken. das, wie ich in den speziellen und allgemeineren Resultaten zu zeigen hoffe, ein verdientes ist.

Im allgemeinen ist der Polymorphismus einer Pflanzenform abhängig von ihrem Widerstand gegen eine Beeinflussung durch äußere Faktoren (formative Reize).

Das Sichtbarwerden dieser Modifikation des Habitus setzt zunächst eine gewisse Lebensdauer und Wachstumsintensität voraus, sodann aber auch eine bestimmte Dauer des formativen Reizes. Über diese Faktoren und ihre wichtigen Beziehungen zueinander können uns die Beobachtungen Aufschluß geben, dagegen werden sich andere für das Kundwerden der veränderten Form wesentliche, wie z. B. die Stärke des äußeren Reizes, unserm Urteile in den meisten Fällen entziehen.

Über die Präzisierung dieser zum Polymorphismus führenden äußeren Reize können wir uns um so leichter hinwegsetzen, als jede formative Leistung, wie Pfeffer oft betont hat, ein Resultat der Eigentätigkeit des Organismus und seiner spezifischen Organisation bleibt. Denn das anomale Wachstum ist nur eine Äußerung der sogenannten Korrelationen im Zellverbande. Diese aber werden uns meist nur aus den Beispielen ihrer Störung bekannt, und solche Störungen des Systems (»Alterationen«) sind es, die auf Anstoß eines (in diesem Fall »formativen«) Reizes eine Wachstumsmodifikation und Polymorphismus hervorrufen können. Die Häufung solcher Korrelationen kommt in der geringeren Selbständigkeit der Teile und stärkeren Wirkung der Alterationen zum Ausdruck. Deshalb bieten für Studien aus diesem Gebiete Organismen mit geringer Differenzierung, also größerer Selbständigkeit der Teile, günstige Objekte, falls sie daneben schon einen charakteristischen Habitus erkennen lassen, der für die Deutlichkeit des Reizerfolges nötig ist.

Die den normalen Habitus aufbauenden Elemente sind bei den von mir benutzten Algen (meist Florideen) etwa die folgenden.

Trotz des unbegrenzten Wachstums ist die Zahl der zum Zellverbande vereinigten Teile als eine Funktion ihrer Wachstumsintensität zu betrachten. Sodann kommt die sehr verschiedene Zellgröße und in Parallele damit die Zahl der den Stammquerschnitt aufbauenden Zellen in Frage. Ist der Stammquerschnitt ein mehrzelliger, so kann er doch noch eine an die einzellige Achse erinnernde Gliederung aufweisen. Eine Gewebedifferenzierung tritt aber erst ein, wenn es zur

Bildung einer Berindungsschicht auf dem Stamme oder auch auf den Ästen kommt. Diese Berindungsfäden erinnern in ihrer Ursprungsweise und Flexibilität häufig an die außerdem durch geringen Chromatophorengehalt und seltenere Querwandbildung ausgezeichneten Rhizoiden, deren Vorkommen bisweilen auf den Habitus Einfluß haben kann. Weiter ist die Verzweigung ein wichtiges Moment für die Erscheinung der Pflanze. Zunächst gewähren schon die Verzweigung in einer oder die in mehreren Ebenen eine einschneidende Habitusdifferenzierung, die sich selbst bei kleinen Formen schon dem bloßen Auge aufdrängt. Ferner sprechen die Zahl der Verzweigungen und ihre Häufigkeit an einer Achsenzelle oder einem Gliede der Achse bei der Bildung der charakteristischen Form mit. Endlich ist die Richtung der Äste zur Achse, der Winkel, den sie an ihrer Ursprungsstelle mit dieser bilden, von Wichtigkeit. Hiermit steht das ungleichmäßige Wachstum der Ober- und Unterseite der Äste in enger Beziehung. Die so zustande kommenden Eigenschaften der Epi- und Hyponastie sind besonders variabel und deshalb von Interesse bei der Beobachtung.

Spezielle Resultate.

Im folgenden wurden nur einzelne Objekte und bei ihnen auch nur die häufigsten Erscheinungen ausgewählt. Einige sind hier und da schon erwähnt worden oder erinnern an verwandte Bildungen bei anderen Formen. Auf Litteraturangaben hierzu muß aber im Rahmen dieser Mitteilung verzichtet werden.

I. Pleonosporium Borreri (Engl. Bot.) Näg.

Ceramiaceae. Unberindeter Gliederfaden, abwechselnd gefiedert. In allen jüngeren Teilen starke Hyponastie.

A. Kulturen vom April.

In der Dunkelkultur traten folgende Reaktionen ein:

1. Starke Rundung der Endzellen und bisweilen Umformung zu schnabelförmigen Zellen (5 Tage).
2. Auftreibung einzelner Zellen der jüngeren Teile (10 Tage).
3. Intercalares Wachstum mit Wandbildung.
4. Richtungsänderung der Äste: Epinastie beginnt.
5. Astspitzen wachsen zu langgliedrigen, chromatophorenarmen Fäden aus.
6. Aus den Basalgliedern der Seitenäste entstehen Rhizoidbildungen (aber mit Chromatophorengehalt), die dem Stamm parallel nach

unten verlaufen und zu Verwachsungen mit anderen Thallusteilen (namentlich dem nächst tieferen Aste) neigen.

7. Allgemein geht die rundliche Form der Astspitzenzellen in eine spitze über, dagegen bleibt der Querdurchmesser der Astzellen an den neugebildeten Teilen normal (mit Ausnahme solcher Fälle, wie sie unter 5. genannt sind).

Dauer der Kultur bis hierhin 5 Wochen, 10. April bis 15. Mai 1902.

8. Einzelne ältere Zellen sterben (zum Teil auch infolge unvermeidlicher mechanischer Verletzung) ab. Innerhalb der Gallerthülle findet Neubildung solcher Zellen durch Auswachsen der Nachbarzellen statt. Abgelöste Äste und Aststücke wachsen an ihren Wundstellen aus. Dauer der Kultur insgesamt $3\frac{1}{2}$ Monate.

B. Kulturen vom Januar.

1. Knötchenstadium wie A, 2 (15 Tage).
2. Abwerfen einiger Endzellen und folgender Ersatz unter Bildung von viel kürzeren Zellen mit geringerem Chromatophorengehalt, aber gleichem Querdurchmesser wie die früheren.
3. Häufige Bildung sekundärer und tertiärer Kronen mit starker Epinastie.

C. Detritusmaterial im Januar.

1. Knötchenstadium wie A, 2. und B, 1.
2. Fadenbildung an Astspitzen wie A, 5.
3. Berindung der Achse wie A, 6.
4. Neubildungen im Thallus wie A, 8.

II. Antithamnion cruciatum (Ag.) Näg.

Ceramiaceae. Unberindeter Gliederfaden, Äste opponiert oder zu viert im Wirtel, Kronen schopfig mit Hyponastie in den jüngsten Teilen.

A. Kulturen vom April.

Dunkelkulturen, Äste opponiert.

1. Die Zellen der jüngsten Teile nehmen stark Kugelform an.
2. Streckung der Seitenäste mit Ausnahme der jüngsten. Damit verbunden Abnahme des Chromatophorengehaltes in den auswachsenden Spitzen und Neigung zur Epinastie in den oberen Astteilen (4 Tage).
3. Die unteren Astteile sind stark hyponastisch, so daß die Äste sich der Achse anlegen (8 Tage).
4. Die Basalzelle der Seitenäste teilt sich, indem sie eine kleinere Zelle nach der Achse zu absondert (17 Tage).

Helle Kultur.

5. Aus der in 4. genannten Zelle wachsen parallel der Achse nach oben kurzgliederige Seitenäste hervor. Die ursprünglichen Seitenäste sind im wesentlichen epinastisch, an den Basen wagerecht von der Achse abstehend (Etwa 4 Wochen).

B. Kultur vom Mai bis Juni.

1. Intercalares Wachstum in der Achse mit Wandbildung. Aus den neuen Gliedern gehen neue opponierte Astpaare hervor, deren Ebene senkrecht zu der der ersten Verzweigung steht.

III. Callithamnion Thuyoides (Engl. Bot.) Ag.

Ceramiaceae. Unberindeter Gliederfaden, abwechselnd gefiedert, alle Äste mehr oder weniger hyponastisch, Spitze büschelig.

Viele Reaktionen wie bei *Pleonosporium*, das für diese genauer studiert ist.

A. Kulturen im April.

Dunkelkulturen.

1. Sprossung schwach gefärbter langzelliger, aber nicht auffallend dünner Äste aus den oberen Zellenden, opponiert dem jedesmaligen Seitenast (5 Tage!).
2. Berindung von den ältesten Teilen anfangend, Verwachsungen.
3. Entstehung neuer Seitensprosse mit der Form der normalen Zellen am unteren Ende der Achsenzellen.

B. Kulturen im Januar.

1. Auswachsen einiger Spitzen zu hellen langzelligen Fäden, ähnlich A, 1. (12 Tage!). Die Dunkelkulturen sind sehr schlecht haltbar, nie länger als 2 Wochen.
2. Zerfall, Ersatzbildungen, ähnlich *Pleonosporium* B, 2.

C. Detritusmaterial im Februar.

1. Ersatzbildungen, ähnlich *Pleonosporium* B, 2.
2. Starke Epinastie der primären Äste.

IV. Griffithsia Schousboei Mont. (?)[1]

Ceramiaceae. Unberindeter, einfacher Faden. Zellen stark gerundet, die jüngsten kugelig, die älteren am oberen Ende fast $1\frac{1}{2}$mal so breit als am unteren, in der Mitte oft schwach eingeschnürt. Be-

[1] Ich arbeitete vorzugsweise mit drei stets deutlich unterschiedenen Formen, die ich bei der verwirrten und verwirrenden Diagnostik der Griffithsiaspezies hier noch nicht sicher bestimmen will. Bezüglich der *Gr. Schousboei Mont.* und *setacea* (Ellis) *Ag.* glaube ich nicht fehlzugehen, die dritte bleibe vorläufig unbenannt.

rührungsfläche der Nachbarzellen sehr klein. Verzweigung dichotom und gleich hoch. Findet sich in allen Tiefen bis 50m.

A. Dunkelkultur: Zerfallend, isolierte Zellen auswachsend (3 Tage).

B. Helle Kulturen.

1. Zerfallend, isolierte Zellen und Komplexe verschiedener Größe auswachsend (14 Tage).
2. Einzelne Zellen zu Komplexen von fester Verbindung und 6 bis 10 Zellen ausgewachsen, alle neuen Teile an Farbe und Form kenntlich (3 Wochen).
3. Eine isolierte und auswachsende Zelle bildet in der Regel aus ihrem breiteren oberen Ende typische Stammzellen, aus dem anderen mehrfach Rhizoiden, mittels deren sie am Substrate festsitzt.
4. Unter bestimmten Umständen (sehr ruhigem Wasser) tritt keine wirkliche Auflösung ein, sondern es werden die Zellen durch Bildung rhizoidartiger, aber stärker als diese gefärbter Zellen, die aus den basalen Enden sprossen, voneinander abgehoben. Tritt später die Desartikulation wenigstens stellenweise noch ein, so wachsen diese zu Rhizoiden aus.
5. In späteren Stadien treten an den nicht desartikulierten Teilen des Thallus auch an den oberen Zellenden rhizoidartige Zellreihen hervor.
6. Von zwei durch eine der unter 4. genannten Zwischenzellen verbundenen Zellen wächst in der Regel die obere zum Stamme, die untere zu Rhizoiden aus usw.

V. Griffithsia sp. (?)

Ceramiaceae. Unberindeter, einfacher Faden, fast alle Zellen cylindrisch, die älteren oben schwach verdickt, an den Querwänden etwas eingezogen, Verzweigung di-, selten trichotom, stets in einer Ebene. Farbe hellrot.

A. Kulturen vom Juni. (Helle Kulturen.)

1. Zerfall, Gruppen und einzelne Zellen aus- und verwachsend (3 Wochen).
2. Isolierte Zellen oder kleine Gruppen nach 8 Tagen reichlich auswachsend, und zwar
   a) am Basalende Stammzellen,
   b) Rhizoiden,
   c) Stammzellen und Rhizoiden bildend.

3. An den am Basalende erzeugten Stammzellen Äste am unteren Zellende (im Sinne des alten Thallus) und unter spitzem Winkel abwärts gerichtet. Polarität fehlt.
4. Neigung zu Verwachsungen überall.

B. Kultur vom Januar (helle Kultur).

1. Starke Hyponastie der obersten Astpaare, Scherenform.
2. Adventiväste an den oberen Zellenden, Neigung zu Verwachsungen.
3. Zerfall sehr langsam. Meist sterben die Endzellen ab, und an den Wundflächen treten Ersatz- und Adventivbilduugen auf.
4. Größere abgefallene Äste bilden bald an ihren Basen Rhizoiden oder Zellen, die Rhizoiden Ursprung geben. Die Polarität ist meist vorhanden.

C. Detritusmaterial vom Februar.

1. Scherenform der Spitzen wie B, 1.
2. Adventivbildungen, Verwachsungen wie B, 2.

VI. Griffithsia setacea (Ellis) Ag.

Ceramiaceae. Einfacher, unberindeter Faden. Zellen ganz cylindrisch, auch an den Querwänden so gut wie nicht eingezogen. Verzweigung di- und trichotom. Zweige rutenförmig, sehr hart, zugespitzt. Farbe dunkel, öfter etwas stahlglänzend.

A. Helle Kulturen vom Februar.

1. Zerfall in achtwöchentlicher Kultur nicht beobachtet.
2. Künstlich isolierte Zellgruppen bilden sehr langsam an ihren Basalenden Stammzellen, sehr selten Rhizoiden oder auch beiderlei.
3. Einzelne Adventivbildungen an oberen Zellenden. Schwacher Beginn der Epinastie der äußeren Astpartien (3 Wochen).
4. In den unteren Partien losgelöster Äste bisweilen Rhizoiden an den unteren Zellenden (7 Wochen).

B. Dunkle Kulturen vom Februar.

1. Wachstum noch langsamer. Nach 7 Wochen noch keine Adventivbildungen.
2. Form der (im normalen Habitus) während der Dunkelkultur gebildeten Zellen etwas gebuchtet und gekrümmt, Enden runder.

Außer den hier angeführten Objekten wurden noch *Callithamnion Thuyoides* und *granulatum*, *Antithamnion plumula*, *Polysiphonia variegata*, *Ceramium strictum* und andere Florideen, sowie einige Siphoneen unter-

sucht in der gleichen Weise wie die oben zitierten. An verschiedenen Objekten wurden auch noch andere, nicht angeführte Reizerfolge, wie Plasma- und Chromatophorenansammlung in den Bereich der Beobachtungen gezogen.

Allgemeine Resultate.

Es sei nun noch eine Übersicht der Resultate mit Rücksicht auf ihre Verwertung im Dienste einiger allgemeiner Fragen gegeben. Auf naheliegende Parallelen aus zoologischer Literatur will ich in der ausführlichen Arbeit eingehen.

In all den behandelten Erscheinungen sind Reizreaktionen zu sehen, deren Reizursachen wir nicht kennen oder aus angegebenen Gründen vernachlässigen dürfen. Eine der auffallendsten und bedeutungsvollsten Reizreaktionen der Objekte in meinen Kulturen war die Lösung des Zellverbandes auf dem Wege des Zerfalles. Dieser, der in vielen Fällen mit Sicherheit erst durch physikalische Faktoren (wie Bewegung) an dem gelockerten Zellkomplexe zur Ausführung gelangte, führte meine Studien auf Wachstumserscheinungen eines anderen Gebietes hinüber, nämlich des der Restitutionen. Denn die Lösung der einzelnen Zelle aus dem Verbande war keineswegs eine Absterbeerscheinung, sondern leitete ein reges Eigenwachstum der isolierten Zellen ein. Da aber, wie erwähnt, der Zerfall kein momentanes oder gleichmäßig an allen Teilen eintretendes Ereignis war, sondern bald hier, bald da exponierte oder schon stärker gelockerte Teile sich loslösten, so kam an den restierenden Zellkomplexen, oft natürlich den älteren Thallusteilen, zu den offenbar durch die Kultur an sich hervorgerufenen Wachstumsphänomenen noch eine neue Gruppe von Regenerations-[1] und gleichzeitig in der Nähe der Wundstelle auftretenden Adventivbildungen[1] hinzu.

Es ist übrigens zu bemerken, daß bei der geringen Differenzierung dieser Thalli sowie gleichzeitig der ausgedehnten Lebensfähigkeit aller Teile und Teilstücke eine genaue Unterscheidung zwischen den am verletzten Thallus sich zeigenden Bildungen und denen an den freigewordenen Teilen aus dem Grunde nicht möglich ist, weil bei dem fortschreitenden Auflösungsprozeß des Zellverbandes erst durch Abstoßung von Stücken beeinflußte Partien nachträglich selbst abgestoßen werden, und weil ferner die freiwerdenden Teile in ihrer Zellzahl große Schwankungen aufweisen können.

[1] Auf die exakte Definition und Anwendung dieser und verwandter Ausdrücke kann ich hier noch nicht ausführlich eingehen.

Dagegen läßt sich als Analogon zu anderen Beobachtungen als wahrscheinlich annehmen, daß der fortbestehende schädlich und degenerierend wirkende Einfluß der Kulturbedingungen selbst an den Neubildungen aller Art erst nach geraumer Zeit und in anderer Weise als an den ursprünglich vorliegenden Zellverbänden zur Geltung kommt. So ergibt sich auch die große Haltbarkeit der aus den isolierten Zellen aufgewachsenen Pflänzchen, die sich doch fortdauernd unter den gleichen Verhältnissen befinden, unter denen am alten Thallus die Ablösung eintrat, und die gleiche Resistenz und die in ihrer Weise konstante Wachstumsart der durch Alteration und Restitution hervorgebrachten Neubildungen. Wenn nämlich der Wachstumsmodus solcher Produkte auch ein noch so eigenartiger und dem bisher zu beobachtenden noch so fremder war, so erwies er sich in den meisten Fällen bei genügend ausgedehnter Beobachtung doch als gewissen Gesetzen der Gestaltung unterworfen, die gerade diesen Teilen eigen zu sein schienen. Und wenn sich diese auch in den wenigsten Befunden mit voller Klarheit darlegen lassen, so äußerten sie ihre Existenz doch im Zustandekommen eines gewissen Habitus der veränderten Form (vergl. Saisonformen).

Finden nun die hieraus resultierenden Veränderungen des Habitus sehr schnell statt (die Zeitdauer dürfte im wesentlichen von der Wachstumsintensität des betreffenden Objektes abhängen), so treten sie uns bedeutend weniger scharf charakterisiert entgegen, als wenn sie sich langsam vollziehen und dann auch länger als Modifikationen konstant bleiben. Denn daß die Fortdauer der alle die Phänomene in der Kultur einleitenden Kulturbedingungen schließlich auch die veränderte Form affiziert, ist mir nicht zweifelhaft. Auch habe ich z. B. schon bei dem früher beschriebenen Falle von Desartikulation bei Dasya nach Verlauf einiger Zeit auch an den reproduzierten Thallis einen neuen Zerfall beobachtet. Aber selbst hier zeigte sich in seinem Eintreten noch eine Modifikation gegenüber dem ersten.

Jedenfalls haben meine Untersuchungen eine Weg gewiesen, auf dem ein gewissen Kulturbedingungen entsprechender Polymorphismus, für kürzere Zeiträume wenigstens, zustande kommen kann. Ob dieser veränderte Habitus sich als eine Anpassung irgendwelcher Art darstellt, liegt mir fern zu erörtern; indes will ich doch auf die mögliche Anknüpfung phylogenetischer Betrachtungen an Resultate dieser Art hingewiesen haben. Denn es sei auch hier hervorgehoben, was wohl vielfach meinen Untersuchungen erst Wert zu geben scheinen wird, daß zu den meisten der mittels des Experimentes oder der mißglückten Nachahmung normaler Kulturbedingungen gewonnenen Daten mir Parallelen aus der Natur selbst, z. B. aus der genannten Detritus-

zone im Neapeler Golf, zu Gebote stehen, und daß offenbar in dem Laufe der Entwickelung vieler Formen die anfangs rein pathologisch erscheinenden Wachstumsanomalien eine Rolle spielen; und sei es auch nur, daß bei vielen Meeresalgen von charakteristischem Habitus die uns meist nur von den Fadenalgen bekannte Desartikulation als eine nicht seltene Vermehrungsweise aufzutreten vermag.

Hieraus würde sich der Schluß ergeben, daß die Selbständigkeit der Zelle bei den betrachteten Formen, und zwar namentlich auch bei denen mit ausgesprochener Gewebedifferenzierung (wie denn eine Rhodomelacee den ersten Fall dafür lieferte), eine größere ist, als man anzunehmen geneigt sein mußte.

Das an ihr im Falle der Isolierung beobachtete Eigenwachstum liefert natürlich eine Reihe interessanter Beziehungen zu den Adventiv- und Neubildungen am degenerierenden Thallus. So ergibt sich beispielsweise aus den Beobachtungen an *Griffithsia* beim Vergleich der drei Spezies:

1. Mit der größeren Selbständigkeit der Zelle und ihrem starken reproduktiven Vermögen findet sich ausgesprochene Polarität verbunden.
2. Bei der festeren Organisation des Zellverbandes stellt sich ein ausgiebigeres Adventivwachstum ein.
3. Bei der am schwersten zu beeinflussenden (offenbar am langsamsten wachsenden) Form scheint die Polarität entschieden zurückzutreten.

Dazu ließe sich die bei allen 3 Spezies gemachte Wahrnehmung stellen:

4. Das Reproduktionsvermögen ist abhängig von der Zellenzahl und zwar ist seine Stärke ihr umgekehrt proportional.

Was hierbei die Frage der Polarität angeht, so muß erwähnt werden, daß einige sichere Faktoren gefunden wurden, die die Rhizoidbildung begünstigen. Aber in diesen Fällen (z. B. bei mangelnder Wasserbewegung) kam es auch an anderen Orten als den basalen Partien zur reichlichen Rhizoidbildung, ja sogar zur Umbildung von Astanlagen. Selbst wenn das letztere statthat und die Entscheidung der Polaritätsfrage dadurch sich zu komplizieren droht, so werden die jungen Stadien der Anomalien stets Aufschluß geben, da sie sich äußeren Einflüssen gegenüber allgemein anders verhalten als die älteren Teile.

Auf diese Seite des Problems des Polymorphismus, auf den Einfluß der Altersstadien im ganzen und in den Teilen muß bei allen Beobachtungen Rücksicht genommen werden. Hierunter sei, was sich

bei den herangezogenen durchweg nicht perennierenden Formen leicht damit vereinigen läßt, auch der sterile oder fertile Zustand des Objektes einbezogen. Daß der letztere in jedem Falle zur Degeneration prädisponiert, d. h. die Widerstandskraft gegen äußere formative Einflüsse, Fortdauer des Wachstums vorausgesetzt, schwächt, ist eine leicht zu konstatierende Tatsache. Und es sind mir unter den Florideen von kompliziertem Thallusbau, die sich aus diesem Grunde und wegen ihres langsameren Wachstums für meine Untersuchungen nicht als geeignet erwiesen, öfter starke Degenerationen an fertilen Exemplaren aufgefallen.

Ganz ähnlich verhalten sich aber auch manche Formen gegen Ende der Vegetationsperiode, d. h. für das Mittelländische Meer gegen den Hochsommer, im Juni und Juli, für zarte Formen aber auch schon Anfang Mai. Allgemein dürfte die Zeit bis zum Eintritt der Reaktion gegenüber den degenerierenden Einflüssen der Kultur bei sonst gleichen Verhältnissen an dem Material dieser Zeiten eine kürzere sein als am Materiale aus der Zeit der üppigsten Vegetation (Januar bis März). Die veränderte Resistenz gegen den Reiz kommt aber nicht allein in der zeitlichen Differenz zum Ausdruck, sondern auch in der Intensität der Reaktion. So war das Fehlen der Polarität bei der einen Griffithsiaspezies bei dem Hochsommermaterial ein viel ausgeprägteres als bei der gleichen Form auf der Höhe der Vegetationsperiode. Das gleiche gilt allgemein von den Adventiv- und Neubildungen an dem in Degeneration versetzten Thallus.

Die Wachstumsintensität scheint in den beiden Perioden nicht erheblich zu differieren, was natürlich bei der Beobachtung in der Kultur ein wichtiges Moment ist. Die Fruktifikation fällt wohl in den mittleren Abschnitt der Vegetationsperiode, nicht etwa stets an das Ende. Indes läßt sich über das Verhältnis, in dem diese beiden auf die Degenerationsfähigkeit wirksamen Faktoren zueinander stehen, nichts Genaues angeben, da wir nicht darüber unterrichtet sind, in welchem Stadium, an welchem Standort usw. die betreffenden Formen im südlichen Klima »übersommern«.

Hiermit sind wir wieder dem schon öfters gestreiften Problem des Zustandekommens der Saisonformen näher getreten. Wir kennen solche bei einer ganzen Anzahl von Formen aus dem Kreise der von mir benutzten. Begreiflicherweise sind es nur höher differenzierte, und speziell ist keine der bisher genannten Arten in den spärlichen Litteraturangaben darunter vertreten. Aber ich zeigte oben, was für Umstände außer den äußeren Faktoren für das Zustandekommen einer konstanten Form maßgebend sind. Es unterliegt für mich keinem Zweifel, daß die nach Standort und Jahreszeit entstehenden degenerierenden Typen

von *Callithamnion* z. B. ebenfalls periodisch zu finden sind. Aber die Abweichungen sind nicht auffällig, namentlich aber auch diese Algen in jener Zeit nicht häufig genug, um ihnen in der Litteratur den Titel einer Saisonform zu verleihen.

Weiteren Untersuchungen soll es vorbehalten sein, der Erscheinungsweise anerkannter höher differenzierter Saisonformen näher zu treten, wobei dann die differenten Bedingungen verschiedener Klimate unter Heranziehung des Experimentes als Vergleichsmittels nähere Beachtung finden könnten.

Ausgegeben am 2. April.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

XIX.

2. April 1903.

BERLIN 1903.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER

Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«.

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung. Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten.

§ 6.

1. Für die Aufnahme einer wissenschaftlichen Mittheilung in die Sitzungsberichte gelten neben § 41, 2 der Statuten und § 28 dieses Reglements die folgenden besonderen Bestimmungen.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammt-Akademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stöcke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

1. Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden.

2. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies nach den geltenden Rechtsregeln zusteht, so bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammt-Akademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

5. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 11.

1. Der Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Kopf der Sitzungsberichte mit Jahreszahl, Stücknummer, Tag und Kategorie der Sitzung, darunter der Titel der Mittheilung und der Name des Verfassers stehen.

2. Bei Mittheilungen, die mit dem Kopf der Sitzungsberichte und einem angemessenen Titel nicht über zwei Seiten füllen, fällt in der Regel der Umschlag fort.

3. Einem Verfasser, welcher Mitglied der Akademie ist, steht es frei, auf Kosten der Akademie weitere gleiche Sonderabdrücke bis zur Zahl von noch hundert, und auf seine Kosten noch weitere bis zur Zahl von zweihundert (im ganzen also 350) zu unentgeltlicher Vertheilung abziehen zu lassen, sofern er dies rechtzeitig dem redigirenden Secretar angezeigt hat; wünscht er auf seine Kosten noch mehr Abdrücke zur Vertheilung zu erhalten, so bedarf es der Genehmigung der Gesammt-Akademie oder der betreffenden Classe. — Nichtmitglieder erhalten 50 Freiexemplare und dürfen nach rechtzeitiger Anzeige bei dem redigirenden Secretar weitere 200 Exemplare auf ihre Kosten abziehen lassen.

§ 28.

1. Jede zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Wenn schriftliche Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder direct bei der Akademie oder bei einer der Classen eingehen, so hat sie der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

[Aus Stat. § 41, 2. — Für die Aufnahme bedarf es einer ausdrücklichen Genehmigung der Akademie oder einer der Classen. Ein darauf gerichteter Antrag kann, sobald das Manuscript druckfertig vorliegt, gestellt und sogleich zur Abstimmung gebracht werden.]

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte, jedoch nicht für die darin aufgenommenen kurzen Inhaltsangaben der gelesenen Abhandlungen verantwortlich. **Für diese wie für alle übrigen Theile der Sitzungsberichte sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.**

Die Akademie versendet ihre »Sitzungsberichte« an diejenigen Stellen, mit denen sie im Schriftverkehr steht, wofern nicht im besonderen Falle anderes vereinbart wird, jährlich drei Mal, nämlich:

die Stücke von Januar bis April in der ersten Hälfte des Monats Mai,

» » » Mai bis Juli in der ersten Hälfte des Monats August,

» » » October bis December zu Anfang des nächsten Jahres nach Fertigstellung des Registers.

SITZUNGSBERICHTE 1903. XIX.

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

2. April. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Vahlen.

1. Hr. van't Hoff las eine Mittheilung von Hrn. E. Fischer über die »Synthese von Derivaten der Polypeptide«.

Werden die Verbindungen der Aminosäuren und des Kohlensäureäthers mit Thionylchlorid behandelt, so bilden sich Chloride, die leicht mit den Estern der Aminosäuren verkuppelt werden können. So entstehen amidartige Combinationen in grosser Mannigfaltigkeit, die der Verfasser Polypeptide nennt und deren Kenntniss für das Studium der Peptone und Proteinstoffe wichtig erscheint. Bei den Kohlensäurederivaten dieser Polypeptide wurde ausserdem eine neue eigenartige Isomerie aufgefunden. die an die Beobachtungen bei den Methylharnsäuren erinnert.

2. Hr. Frobenius legte eine Arbeit vor: Über die Primfactoren der Gruppendeterminante II.

Mit Hülfe einiger Eigenschaften der vertauschbaren Matrizen wird ein neuer Beweis für den Satz entwickelt: Der Exponent der in der Gruppendeterminante aufgehenden Potenz einer Primfunction ist gleich dem Grade der Function.

3. Hr. von Bezold überreicht und bespricht eine Mittheilung der HH. Prof. E. Hagen und Prof. H. Rubens »über das Emissionsvermögen der Metalle für lange Wellen«.

Aus Messungen, die im Gebiete langer Wellen an reinen Metallen und Metalllegirungen ausgeführt wurden, folgt, dass ihr Emissionsvermögen sich umgekehrt verhält wie die Wurzel aus dem elektrischen Leitvermögen. Das Emissionsvermögen zeigt dabei die von der Maxwell'schen Theorie wegen der Widerstandsänderung der Metalle geforderte Abhängigkeit von der Temperatur. Als Folge dieser Übereinstimmung mit der Theorie ergiebt sich, dass man nun in der Lage ist, lediglich mit Hülfe von optischen bez. Wärmestrahlungsmessungen absolute elektrische Maassbestimmungen auszuführen.

4. Hr. Sachau überreicht im Namen der Deutschen Orientgesellschaft die Lichtdruckausgabe des Timotheos-Papyrus.

5. Hr. von Bezold überreicht die von Prof. Hellmann bearbeitete Regenkarte der Provinz Westfalen. Derselbe von Veröffentlichungen

des Königlich Preussischen Meteorologischen Instituts: »Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen in Potsdam im Jahre 1900 von A. Sprung«.

6. Der Vorsitzende legte vor das mit Unterstützung der Akademie erschienene Werk: H. Schauinsland, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte und Anatomie der Wirbeltiere. Stuttgart 1903.

Synthese von Derivaten der Polypeptide.

Von Emil Fischer.

In den Proteïnstoffen sind die Aminosäuren höchstwahrscheinlich nach Art der Säureamide mit einander verkuppelt. Dafür spricht, wie ich früher wiederholt betont habe, nicht allein die Hydrolyse durch Säuren und Alkalien, sondern insbesondere auch die Beobachtung, dass aus dem Seidenfibroïn durch partielle Spaltung ein Stoff entsteht, der als eine derartige Combination von Glykokoll mit Alanin aufgefasst werden konnte.[1] Ich habe mich deshalb schon seit längerer Zeit bemüht, solche einfache Anhydride der Aminosäuren synthetisch zu bereiten. Der erste Erfolg in dieser Richtung war die Gewinnung des Glycylglycins $NH_2 . CH_2 . CO . NH . CH_2CO_2H$, welches aus dem Glycinanhydrid (Diacipiperazin) durch Aufspaltung mit Säuren gewonnen wird.[2] Um an dieses System ein drittes Molekül einer Aminosäure anzuheften, musste ein Kunstgriff angewendet werden. Die leicht veränderliche Aminogruppe wurde festgelegt durch Einführung der Carbäthoxylgruppe, und die so resultirende Verbindung, Carbäthoxylglycylglycin, konnte dann in Form ihres Esters mit anderen Aminosäureestern durch blosses Erhitzen combinirt werden. Es gelang auf diesem Wege folgendes System $C_2H_5O_2C . NH . CH_2 . CO . NH . CH_2 . CO . NH . CH . (C_4H_9) . CO_2C_2H_5$ (Carbäthoxyldiglycylleucinester) zu gewinnen.[3]

Die weitere Fortsetzung der Synthese stiess aber auf Schwierigkeiten, weil diese complicirten Ester immer weniger zu Condensationen geneigt werden. Ich habe deshalb nach einer anderen Methode gesucht, die den Erfolg unter leichteren Bedingungen gewährleistet und dieselbe in folgenden Reactionen gefunden.

Während die gewöhnlichen Aminosäuren auf keine Weise in die entsprechenden Säurechloride verwandelt werden können, gelingt dies nach Einführung der Carbäthoxylgruppe mit Hülfe von Thionylchlorid. So wird das Carbäthoxylglycin $C_2H_5O_2C . NH . CH_2 . CO_2H$

[1] Chemikerzeitung 1900. Bericht über die Naturforscherversammlung zu Karlsbad. Autoreferat.

[2] E. Fischer u. E. Fourneau, Ber. d. D. chem. Ges. 34, 2870 (1901).

[3] Ber. d. D. chem. Ges. 35, 1100 (1902).

durch ganz gelindes Erwärmen mit Thionylchlorid recht glatt in Carbäthoxylglycylchlorid $C_2H_5O_2C.NH.CH_2.COCl$ umgewandelt, und dieses reagirt dann mit den Estern der Aminosäuren schon bei niederer Temperatur. Nach den Versuchen des Hrn. Otto, über die später an anderer Stelle berichtet werden soll, kann man auf diese Art die Ester des Carbäthoxylglycylglycins oder Carbäthoxylglycylalanins oder endlich durch Combination des Chlorids mit Glycylglycinester den Carbäthoxyldiglycylglycinester $(C_2H_5O_2C).NH.CH_2.CO.NH.CH_2.CO.NH$-$CH_2CO_2C_2H_5$ leicht bereiten. Dasselbe Verfahren lässt sich nun glücklicherweise von neuem auf diese complicirten Systeme anwenden. Wird z. B. Carbäthoxylglycylglycin mit Thionylchlorid behandelt, so entsteht ein Chlorid, welches zwar nicht analysirt wurde, aber aller Wahrscheinlichkeit nach folgende Structur hat: $C_2H_5O_2C.NH.CH_2.CO.NH.CH_2$ $.COCl$. Dieses Chlorid kann dann mit Glycylglycinester combinirt werden und es entsteht folgende Verbindung $C_2H_5O_2C.NH.CH_2.CO.NH$ $.CH_2.CO.NH.CH_2.CO.NH.CH_2.CO_2C_2H_5$, in welcher nicht weniger als vier Glycinmoleküle anhydridartig verkuppelt sind, und die ich Carbäthoxyltriglycylglycinester nenne.[1] Die Estergruppen sind darin recht reactionsfähig. Durch Verseifung erhält man Säuren und durch Ammoniak lässt sich auch eine derselben leicht in die Amidgruppe verwandeln. Dieser letzten Verbindung gebe ich die Formel:

$$C_2H_5O_2C.NH.CH_2.CO.NH.CH_2.CO.NH.CH_2.CO.NH.CH_2.CO.NH_2.$$

Es liegt auf der Hand, dass man mit Hülfe des gleichen Verfahrens zahllose Combinationen durch Verwendung der verschiedenen Aminosäuren bereiten kann, und wenn man noch die Diamino- und Oxyaminosäuren heranzieht, so werden meiner Ansicht nach Producte zum Vorschein kommen, die mit den natürlichen Peptonen schon manche Ähnlichkeit besitzen. Ein fremdes Element darin ist nur noch das Carbäthoxyl, bez. in den freien Säuren das Carboxyl, welches an den Stickstoff gebunden ist. Ich hatte erwartet, dass diese Gruppe sich leicht als Kohlensäure abspalten lasse, wie dies bei der Carbaminsäure und der Allophansäure so leicht gelingt. Das ist aber nicht der Fall, da die Kohlensäure hier auffallend fest haftet, und es bedarf noch der Auffindung eines besonderen Verfahrens, um sie ohne tiefergehende Veränderung des Moleküls zu entfernen. Solche Erfahrungen zeigen, wie wenig man aus dem bisherigen Beobachtungsmaterial auf die Eigenschaften jener complicirteren Stoffe, für welche

[1] Ähnliche Verbindungen der Benzoësäure hat kürzlich Th. Curtius aus Hippurylglycin nach einem anderen Verfahren dargestellt, aber ohne Erwähnung meiner älteren Versuche beschrieben. (Ber. d. D. chem. Ges. 35, 3226 (1902).)

ich den Sammelnamen Polypeptide[1] vorgeschlagen habe, schliessen kann. Man muss vielmehr darauf gefasst sein, hier ganz eigenartigen Erscheinungen zu begegnen, und ich kann schon jetzt eine neue unerwartete Isomerie erwähnen. Der eben angeführte Carbäthoxylglycylglycinester wird durch überschüssiges Alkali zu einer Dicarbonsäure verseift, die ich unter dem Namen Glycylglycincarbonsäure beschrieben habe[2] und der nach der Bildungsweise folgende Structur zugeschrieben wurde $HO_2C.NH.CH_2.CO.NH.CH_2.CO_2H$. Durch Erhitzen mit alkoholischer Salzsäure lässt sich nun diese Verbindung leicht in einen neutralen Ester zurückverwandeln. Derselbe hat zwar die gleiche Zusammensetzung wie der ursprüngliche Ester, ist aber von ihm sowohl in den physikalischen Eigenschaften wie in manchen chemischen Reactionen total verschieden. Während z. B. der ältere Ester bei der Behandlung mit flüssigem Ammoniak bei gewöhnlicher Temperatur in ein Monamid verwandelt wird, geht der zweite in ein Diamid über. Die beiden Ester bieten mithin ein neues Beispiel von Isomerie dar, das aber bei der Rückverwandlung in die Dicarbonsäure wieder verschwindet. Die Ursache dieser Erscheinungen, welche an die Isomerien bei den Monomethylharnsäuren erinnern[3], lässt sich nach den bisherigen Beobachtungen nicht sicher beurtheilen. Ich unterscheide deshalb vorläufig die beiden Ester als α- und β-Verbindung.

Die gleiche Art der Isomerie wurde bei dem Carbäthoxyldiglycylglycinester gefunden. Sie besteht endlich auch bei den Doppelamiden, wie folgende Beobachtung zeigt. Aus dem Glycylglycinester entsteht durch Anlagerung von Cyansäure ein Harnstoff, dem ich nach der Bildungsweise die Formel $NH_2.CO.NH.CH_2.CO.NH.CH_2.CO_2C_2H_5$ und den Namen Carbamidoglycylglycinester gegeben habe.[4] Letzterer verwandelt sich bei der Behandlung mit flüssigem Ammoniak in das entsprechende Amid und dieses ist wiederum nicht, wie man hätte erwarten sollen, identisch, sondern isomer mit dem Doppelamid, das aus dem β-Carbäthoxylglycylglycinester entsteht.

Die eben erwähnte Methode zur Verkuppelung von Aminosäuren lässt sich auch auf andere Säurederivate der Aminosäuren übertragen. Ich habe sie speciell benutzt, um einige β-Naphthalinsulfoderivate der Dipeptide zu bereiten, weil diese Producte für die Abscheidung der betreffenden Stoffe aus complicirten Gemischen werthvoll sind. So wurde das Chlorid des β-Naphthalinsulfoglycins combinirt mit dem Glycin und dem Alanin.

[1] Vortrag zu Karlsbad, Chemikerzeitung 1902.
[2] Ber. d. D. chem. Ges. 35, 1097 (1902).
[3] E. Fischer u. F. Ach, Ber. d. D. chem. Ges. 32, 2721 (1900).
[4] Ber. d. D. chem. Ges. 35, 1099 (1902).

β-Carbäthoxylglycylglycinester.

Wie zuvor erwähnt, entsteht die Verbindung bei der Veresterung der Glycylglycincarbonsäure. 3^{gr} der letzteren werden fein gepulvert und mit 15^{ccm} einer bei gewöhnlicher Temperatur gesättigten Lösung von Salzsäure in absolutem Alkohol einige Minuten gekocht, bis völlige Lösung eingetreten ist. Versetzt man dann die abgekühlte Flüssigkeit mit dem dreifachen Volumen Aether, so beginnt nach kurzer Zeit die Krystallisation des neuen Esters. Derselbe wird nach einer Stunde abfiltrirt und mit Aether gewaschen. Die Ausbeute betrug $3^{gr}.4$, was ungefähr 86 Procent der Theorie entspricht. Zur Reinigung wird das Product aus ungefähr der sechsfachen Menge heissem absolutem Alkohol umkrystallisirt. Es bildet dann kleine farblose Prismen, welche für die Analyse über Schwefelsäure getrocknet waren.

$0^{gr}.1949$ Subst. $0^{gr}.3312\ CO_2$ $0^{gr}.1168\ H_2O$
$0^{gr}.1995$ » $21^{ccm}.1$ N ($21°$. 772^{mm})

$C_9H_{16}O_5N_2$	Berechnet:	C 46.55	H 6.89	N 12.07
	Gefunden:	46.35	6.72	12.24

Der Ester schmilzt nicht ganz scharf bei 146–148° (corr. 148–150°), nachdem er einige Grade vorher gesintert ist, während die isomere α-Verbindung bei 87° (corr.) schmilzt. Der neue Ester ist in Aether so gut wie unlöslich, auch von Benzol wird er recht schwer gelöst und krystallisirt daraus in äusserst feinen Nädelchen. Von Chloroform wird er leichter aufgenommen: aus heissem Wasser, wovon er fast ebenso leicht wie von Alkohol gelöst wird, lässt er sich gleichfalls gut umkrystallisiren.

Um die Rückverwandlung in die Dicarbonsäure auszuführen, wurde 1^{gr} mit 10^{ccm} Normalnatronlauge 4 Stunden am Rückflusskühler gekocht und dann nach Zugabe von 10^{ccm} Normalsalzsäure auf die Hälfte eingedampft. Beim Abkühlen schied sich die Dicarbonsäure aus und ihre Menge betrug nach längerem Stehen $0^{gr}.64$ oder 84 Procent der Theorie. In Schmelzpunkt, äusserer Form der Krystalle und der Löslichkeit zeigte sie keine bemerkbare Verschiedenheit von der ursprünglichen Glycylglycincarbonsäure.

$0^{gr}.1087$ Subst. $15^{ccm}.4$ N ($20°$, 757^{mm})

$C_5H_8O_5N_2$	Berechnet:	N 15.91
	Gefunden:	N 16.15

Einwirkung von flüssigem Ammoniak auf den β-Carbäthoxylglycylglycinester.

Wird der gepulverte Ester im Einschmelzrohr mit ungefähr der vierfachen Menge flüssigem Ammoniak zusammengebracht, so entsteht,

sobald die Flüssigkeit sich auf Zimmertemperatur erwärmt hat, klare Lösung. Öffnet man nach 36stündigem Liegen bei gewöhnlicher Temperatur das vorher stark abgekühlte Rohr und lässt das Ammoniak verdunsten, so bleibt eine farblose feste Masse, die in absolutem Alkohol so gut wie unlöslich ist. Sie wurde aus ungefähr der 7fachen Menge heissem Wasser umkrystallisirt. Die Ausbeute an reinem Product betrug die Hälfte des angewandten Esters oder $\frac{2}{5}$ der Theorie. Für die Analyse war das Präparat noch einmal aus Wasser umgelöst und im Vacuum über Schwefelsäure getrocknet.

0^gr.1596 Subst. 0^gr.2023 CO_2 0^gr.0841 H_2O
0^gr.0669 » 18^ccm.6 N (19°, 768^mm)

$C_5H_{10}O_3N_4$				
	Berechnet:	C 34.47	H 5.80	N 32.17
	Gefunden:	34.57	5.91	32.31

Die Verbindung hat keinen scharfen Schmelzpunkt. Sie bräunt sich beim raschen Erhitzen im Capillarrohr gegen 230° und schmilzt gegen 240° (corr. 246°) unter Zersetzung. Ihre wässerige Lösung reagirt neutral und schmeckt schwach süss. Versetzt man sie mit Alkali und Kupfervitriol, so erhält man nicht die rothe Farbe des Biuret, sondern eine rein blaue Färbung. Das Amid löst sich sehr leicht in starker Salz- oder Salpetersäure. Mit Platinchlorid giebt es in concentrirter kalter Lösung feine gelbe, häufig sechsseitige Täfelchen, die sich in der Wärme wieder leicht lösen. Phosphorwolframsäure fällt die wässerige Lösung nicht. Ich nenne die Verbindung vorläufig β-Carbamidoglycylglycinamid.

α-Carbamidoglycylglycinamid

$NH_2.CO.NH.CH_2.CO.NH.CH_2.CO.NH_2$.

Um dieses mit der vorhergehenden Verbindung isomere Amid zu bereiten, wird der früher beschriebene Carbamidoglycylglycinester mit etwa der vierfachen Menge flüssigem Ammoniak im Einschmelzrohr 36 Stunden bei gewöhnlicher Temperatur aufbewahrt. Anfangs erfolgt klare Lösung; ob später Ausscheidung des neuen Amids stattfindet, hängt von der Menge des Ammoniaks ab. Wird das abgekühlte Rohr geöffnet und das Ammoniak verdunstet, so bleibt ein farbloser Rückstand, welcher aus der drei- bis vierfachen Menge heissem Wasser umkrystallisirt wird. Die Ausbeute an krystallisirtem Präparat betrug $\frac{2}{3}$ des angewandten Esters oder 77 Procent der Theorie.

Für die Analyse wurde nochmals aus Wasser umgelöst und im Vacuum getrocknet.

0gr1902 Subst. 0gr2402 CO_2 0gr0984 H_2O
0gr0948 » 26ccm9 N (21°, 756mm)

		C	H	N
$C_5H_{10}O_3N_4$	Berechnet:	C 34.47	H 5.80	N 32.17
	Gefunden:	34.44	5.80	32.12

Die Substanz krystallisirt aus Wasser in kleinen, schief abgeschnittenen Prismen, welche auch bisweilen wie schmale Tafeln aussehen. Im Capillarrohr rasch erhitzt, schmilzt sie gegen 206° (corr. 210°) unter Gasentwickelung, mithin erheblich niedriger als die isomere Substanz. Sie ist auch in Wasser, Alkohol und Chloroform leichter löslich als jene. Als weiterer Unterschied ist die blauviolette Färbung zu erwähnen, die sie mit Alkali und Kupfersalzen giebt.

Einwirkung von Thionylchlorid auf Carbäthoxylglycylglycin.

Übergiesst man 3gr der feingepulverten Glycinverbindung mit 2gr Thionylchlorid und erwärmt vorsichtig auf 35–40°, so giebt sich der Eintritt der Reaction durch Gasentwickelung kund. Die Masse färbt sich röthlich und nach etwa fünf Minuten ist der Process beendet. Verdunstet man jetzt den kleinen Überschuss des Thionylchlorids bei 40° unter stark vermindertem Druck, so bleibt eine amorphe roth gefärbte Masse zurück, die aller Wahrscheinlichkeit nach das Chlorid des Carbäthoxylglycylglycins

$$C_2H_5O_2C.NH.CH_2.CO.NH.CH_2.COCl$$

enthält. Leider ist seine Krystallisation bisher nicht gelungen und es musste deshalb das Rohproduct direct für die Synthesen verwendet werden.

Carbäthoxyldiglycylglycinester

$$C_2H_5O_2C.NH.CH_2.CO.NH.CH_2.CO.NH.CH_2.CO_2.C_2H_5.$$

Um die Verbindung aus dem zuvor erwähnten Chlorid zu bereiten, wird dasselbe in Chloroform gelöst. Verwendet man 20ccm auf die Menge, welche aus 3gr Carbäthoxylglycylglycin entsteht, so bleibt nur ein geringer Rückstand. Diese Flüssigkeit wird ohne vorherige Filtration eingegossen in die gekühlte Lösung von 4gr Glycinester in 20gr Chloroform. Die Wechselwirkung tritt sofort ein. Das Chloroform wird jetzt verdampft, der Rückstand mit 20ccm Wasser aufgenommen und die von einem geringen Rest abfiltrirte Flüssigkeit im Exsiccator bis auf 6ccm verdunstet. Dabei fällt die neue Verbindung als krystallinische Masse aus. Die Ausbeute an diesem Product schwankte bei verschiedenen Versuchen zwischen 25 und 40 Procent

der Theorie. In der wässerigen Mutterlauge bleibt der gleichzeitig gebildete salzsaure Glycinester bez. Glycinhydrochlorat. Das Rohproduct wird aus warmem Sprit oder 3—4 Theilen heissem Wasser unter Zusatz von etwas Thierkohle umkrystallisirt. Für die Analyse war das Präparat im Vacuum über Schwefelsäure getrocknet.

0gr1803 Subst. 0gr3028 CO_2 0gr1065 H_2O
0gr1308 » 16ccm3 N (20°, 769mm)

$C_{11}H_{19}O_6N_3$	Berechnet:	C 45.64	H 6.64	N 14.52
	Gefunden:	45.80	6.62	14.43

Der Carbäthoxyldiglycylglycinester schmilzt bei 160–161° (corr. 163–164°) und krystallisirt meist in mikroskopisch kleinen Nadeln, die häufig kugelförmig zusammengewachsen sind. Die Löslichkeit nimmt successive für Alkohol, Chloroform, Aether ab. Mit Alkali und Kupfersalz giebt sie eine ziemlich stark in's Röthliche spielende blauviolette Farbe.

Dieselbe Verbindung entsteht aus dem Chlorid des Carbäthoxylglycins durch Combination mit Glycylglycinester, und dieses Verfahren, welches später ausführlich beschrieben werden soll, ist für die praktische Darstellung der viel besseren Ausbeute wegen vorzuziehen. Nach demselben wurde auch das Material gewonnen, welches für die Bereitung der nachfolgenden Derivate diente.

Bei der Verseifung mit Alkali liefert der Doppelester zunächst eine Monocarbonsäure, und bei weiterer Einwirkung die Doppelsäure: nach der Analogie mit dem Carbäthoxylglycylglycinester nehme ich an, dass die Verseifung zuerst an der Gruppe des Glycinesters eintritt.

Carbäthoxyldiglycylglycin

$C_2H_5O_2C.NH.CH_2.CO.NH.CH_2.CO.NH.CH_2.CO_2H$.

Werden 5gr des gepulverten Carbäthoxyldiglycylglycinesters mit 20ccm Normalnatronlauge bei gewöhnlicher Temperatur geschüttelt, so tritt nach einigen Minuten klare Lösung ein. Nach zweistündigem Stehen versetzt man mit 21ccm Normalsalzsäure. Die Abscheidung der neuen Säure erfolgt dann spontan und ihre Menge betrug nach 15 Stunden 3gr3. Aus der eingedampften Mutterlauge wurden noch 0gr35 gewonnen, so dass die Gesammtausbeute 81 Procent der Theorie erreichte. Das Rohproduct wurde aus 20ccm heissem Wasser umgelöst, wobei nur ein geringer Verlust eintrat. Für die Analyse war im Vacuum über Schwefelsäure getrocknet.

$0^{gr}.1900$ Subst. $0^{gr}.2900$ CO_2 $0^{gr}.0985$ H_2O
$0^{gr}.1174$ » $15^{ccm}.8$ N (18°. 764^{mm})

$C_{11}H_{15}O_6N_3$	Berechnet:	C 41.35	H 5.82	N 16.08
	Gefunden:	41.63	5.81	15.63

Die Säure löst sich in weniger als der dreifachen Menge heissem Wasser und krystallisirt daraus in mikroskopischen Nadeln oder dünnen Prismen. Im Capillarrohr rasch erhitzt sintert sie gegen 200° und schmilzt von 208–210° (corr. 212–214°) unter schwacher Färbung. In heissem Alkohol und Chloroform ist sie recht schwer löslich; die wässerige Lösung reagirt stark sauer, löst Kupferoxyd beim Kochen mit schwach blauer Farbe und giebt mit Alkali und Kupfersalz eine kräftige, in's Violette spielende blaue Färbung. Versetzt man die nicht zu verdünnte Lösung der Säure in Ammoniak mit Silbernitrat, so entsteht ein farbloser Niederschlag, der aus feinen, meist concentrisch verwachsenen Nädelchen besteht und sich in heissem Wasser leicht löst.

Diglycylglycincarbonsäure

$COOH.NH.CH_2.CO.NH.CH_2.CO.NH.CH_2.CO_2H.$

3^{gr} des Carbäthoxyldiglycylglycinesters werden in 24^{ccm} Normalnatronlauge (etwas mehr als 2 Molekülen) gelöst und 5 Stunden auf 80° erwärmt, dann mit 24^{ccm} Normalsalzsäure versetzt und die Flüssigkeit auf dem Wasserbade auf etwa 10^{ccm} eingedampft. Beim Abkühlen scheidet sich die neue Säure in Form eines sandigen, krystallinischen Pulvers ab. Die Ausbeute betrug 1^{gr} und die Mutterlauge gab nach dem Einengen noch $0^{gr}.15$, was ungefähr 48 Procent der Theorie entspricht. Das Rohproduct wurde zur Analyse zweimal aus je 5^{ccm} Wasser umgelöst und im Vacuum über Schwefelsäure getrocknet.

$0^{gr}.2001$ Subst. $0^{gr}.2651$ CO_2 $0^{gr}.0845$ H_2O
$0^{gr}.1718$ » $26^{ccm}.6$ N (21°, 772^{mm})

$C_7H_{11}O_6N_3$	Berechnet:	C 36.04	H 4.76	N 18.02
	Gefunden:	36.13	4.73	17.91

Die Säure krystallisirt aus warmem Wasser in mikroskopisch kleinen, schiefen Tafeln und schmilzt, im Capillarrohr rasch erhitzt, gegen 206° (corr. 210°) unter Zersetzung. Ihre wässerige Lösung reagirt stark sauer und löst Kupferoxyd beim Kochen mit blass grünblauer Farbe. Beim Eindampfen dieser Lösung scheidet sich das Kupfersalz krystallinisch ab. In heissem Alkohol ist die Säure sehr schwer löslich.

Carbäthoxyldiglycylglycinamid

$C_2H_5O_2C.NH.CH_2.CO.NH.CH_2.CO.NH.CH_2.CO.NH_2$.

Werden 3^gr Carbäthoxyldiglycylglycinester im Einschmelzrohr mit etwa der doppelten Menge flüssigem Ammoniak bei gewöhnlicher Temperatur aufbewahrt, so erfolgt sehr bald Lösung und nach 2 Tagen ist eine reichliche Krystallisation eingetreten. Man lässt nun das Ammoniak verdunsten und krystallisirt den farblosen Rückstand aus etwa 60^ccm heissem 60procentigen Alkohol. Die Ausbeute des so gereinigten Productes betrug 2^gr3 oder 85 Procent der Theorie. Zur Analyse war das Präparat nochmals in warmem Wasser gelöst, durch Zusatz von Alkohol wieder abgeschieden und über Schwefelsäure getrocknet.

0^gr2010 Subst. 0^gr3067 CO_2 0^gr1116 H_2O
0^gr1837 » 33^ccm7 N (17°, 769^mm)

$C_9H_{16}O_5N_4$	Berechnet:	C 41.51	H 6.23	N 21.52
	Gefunden:	41.61	6.22	21.56

Die Verbindung schmilzt im Capillarrohr beim raschen Erhitzen gegen 230° (corr. 235°) unter schwacher Färbung, nachdem sie schon vorher etwas gesintert ist. Sie löst sich in etwa 6 Theilen kochendem Wasser und krystallisirt daraus in mikroskopisch kleinen Prismen oder Platten. In absolutem Alkohol ist sie schwer löslich. Mit Alkali und Kupfersalzen giebt sie eine schön rothviolette Färbung ähnlich dem Biuret.

Durch vorsichtige Verseifung wird sie in die folgende Säure verwandelt.

Diglycylglycinamidcarbonsäure

$HO_2C.NH.CH_2.CO.NH.CH_2.CO.NH.CH_2.CO.NH_2$.

3^gr Carbäthoxyldiglycylglycinamid werden in 120^ccm heissem Wasser gelöst, dann rasch auf Zimmertemperatur abgekühlt, wobei Krystallisation erfolgt, und nach Zusatz von 13^ccm Normalnatronlauge geschüttelt, bis wieder klare Lösung erfolgt ist. Man lässt jetzt noch eine Stunde bei gewöhnlicher Temperatur stehen und fügt dann 13^ccm Normalsalzsäure zu. Nach kurzer Zeit beginnt die Krystallisation der neuen Säure. Sie wird nach einer Stunde abfiltrirt. Die Mutterlauge giebt beim Eindampfen nur noch eine geringe Krystallisation. Die gesammte Ausbeute betrug 1^gr74 oder 65 Procent der Theorie. Zur Analyse wurde das Präparat zweimal aus je 40^ccm heissem Wasser umgelöst und über Schwefelsäure getrocknet.

$0^{gr}.1826$ Subst. $0^{gr}.2420$ CO_2 $0^{gr}.0859$ H_2O
$0^{gr}.1320$ » $27^{ccm}.9$ N (20°, 772^{mm})

$C_7H_{12}O_5N_4$	Berechnet:	C 36.19	H 5.21	N 24.13
	Gefunden:	36.14	5.27	24.58

Die Säure krystallisirt aus heissem Wasser, worin sie ziemlich leicht löslich ist, in mikroskopisch kleinen, schiefen Tafeln und schmilzt im Capillarrohr, rasch erhitzt, nicht ganz constant bei 225–229° (corr. 230–234°) unter Zersetzung. Die wässerige Lösung reagirt sauer und giebt mit Alkali und Kupfersalz eine blauviolette Färbung. In heissem Alkohol ist sie sehr schwer löslich.

β-Carbäthoxyldiglycylglycinester.

Die Verbindung entsteht durch Veresterung der Diglycylglycincarbonsäure und ich nehme deshalb an, dass hier ein ähnlicher Fall von Isomerie vorliegt, wie sie ausführlich für Carbäthoxylglycylglycinester zuvor besprochen wurde.

2^{gr} Diglycylglycincarbonsäure wurden mit 20^{ccm} gesättigter alkoholischer Salzsäure einige Minuten bis zur Lösung gekocht. Beim Einengen der Flüssigkeit über Schwefelsäure und Kalk schied sich eine reichliche Menge des neuen Esters als krystallinisches Pulver ab. Der Rest wurde durch Zusatz von Aether aus der alkoholischen Lösung gefällt. Die abgepresste Masse wog nach dem Trocknen $1^{gr}.75$. Das Product wurde zur Reinigung aus etwa 6 Theilen heissem Wasser umkrystallisirt. Zur Analyse war das Präparat nochmals aus Wasser umgelöst und im Vacuum über Schwefelsäure getrocknet.

$0^{gr}.1835$ Subst. $0^{gr}.3077$ CO_2 $0^{gr}.1098$ H_2O
$0^{gr}.1337$ » $17^{ccm}.3$ N (20°, 770^{mm})

$C_{11}H_{19}O_6N_3$	Berechnet:	C 45.64	H 6.64	N 14.52
	Gefunden:	45.73	6.71	15.01

Der Ester unterscheidet sich von der isomeren α-Verbindung schon in der äusseren Form; denn er fällt sowohl aus Wasser wie aus Alkohol in sehr kleinen Krystallblättchen, die keine bestimmte Form zeigen. Der Schmelzpunkt lag auch nach mehrmaligem Umkrystallisiren bei 146–148° (corr. 148–150°), mithin etwa 12° niedriger als derjenige der isomeren Verbindung. Der neue Ester ist auch in den meisten Lösungsmitteln, besonders aber in Chloroform leichter löslich. Er giebt endlich mit Alkali und Kupfersalzen eine rein blaue Farbe.

Carbäthoxyltriglycylglycinester

$C_2H_5O_2C.NH.CH_2.CO.NH.CH_2.CO.NH.CH_2.CO.NH.CH_2.CO_2C_2H_5$.

Für die Bereitung dieser Verbindung diente ebenfalls das Chlorid des Carbäthoxylglycylglycins, dessen Darstellung oben beschrieben ist. Das aus 4^{gr} bereitete Chlorid wurde in 30^{ccm} Chloroform gelöst und mit einer Lösung von $6^{gr}_{\cdot}3$ Glycylglycinester ebenfalls in 30^{ccm} Chloroform vermischt, dann das Chloroform verdampft, der Rückstand in 100^{ccm} heissem Wasser gelöst und mit etwas Thierkohle gekocht. Beim Abkühlen des Filtrats begann bald die Krystallisation des neuen Esters und nach einstündigem Stehen bei 0° betrug seine Menge $2^{gr}_{\cdot}2$ oder 32 Procent der Theorie. Da die Substanz in kaltem Wasser sehr schwer löslich ist, so lässt sich aus der Mutterlauge durch Eindampfen nur recht wenig mehr gewinnen. Zur Analyse wurde sie aus etwa 40 Theilen heissem Wasser umgelöst und über Schwefelsäure getrocknet.

$0^{gr}_{\cdot}0975$ Subst. $0^{gr}_{\cdot}1603$ CO_2 $0^{gr}_{\cdot}0555$ H_2O
$0^{gr}_{\cdot}1601$ » $22^{ccm}_{\cdot}3$ N (18°, 774^{mm})

$C_{13}H_{22}O_7N_4$	Berechnet:	C 45.06	H 6.41	N 16.18
	Gefunden:	44.84	6.38	16.39

Die Substanz krystallisirt aus heissem Wasser in mikroskopisch kleinen, schief abgeschnittenen Prismen und schmilzt bei 230–231° (corr. 235–236°) unter schwacher Gelbfärbung. In Alkohol ist sie noch schwerer löslich als in Wasser.

Carbäthoxyltriglycylglycinamid

$C_2H_5O_2C.NH.CH_2.CO.NH.CH_2.CO.NH.CH_2.CO.NH.CH_2.CO.NH_2$.

Wird 1^{gr} des vorhergehenden Esters fein gepulvert, mit etwa der zehnfachen Menge flüssigem Ammoniak bei gewöhnlicher Temperatur behandelt, so geht er langsam in Lösung und nach 24 Stunden ist eine reichliche Menge des neuen Amids als farblose krystallinische Masse abgeschieden. Man lässt dann das Ammoniak verdunsten und löst den Rückstand in ungefähr 11^{ccm} heissem Wasser. Beim Erkalten fällt das Amid rasch wieder krystallinisch aus. Die Ausbeute an diesem gereinigten Product betrug $0^{gr}_{\cdot}75$ oder 82 Procent der Theorie. Zur Analyse wurde nochmals aus der gleichen Menge Wasser krystallisirt und im Vacuum über Schwefelsäure getrocknet.

$0^{gr}_{\cdot}1900$ Subst. $0^{gr}_{\cdot}2908$ CO_2 $0^{gr}_{\cdot}1026$ H_2O
$0^{gr}_{\cdot}1442$ » $27^{ccm}_{\cdot}6$ N (19°, 770^{mm})

$C_{11}H_{19}O_6N_5$	Berechnet:	C 41.61	H 6.05	N 22.07
	Gefunden:	41.74	6.05	22.30

Das Amid schmilzt beim raschen Erhitzen gegen 268° (corr. 275°) unter Zersetzung.

Mit Alkali und Kupfersalz giebt es die rothviolette Biuretfärbung.

Triglycylglycincarbonsäure

$HO_2C . NH . CH_2 . CO . NH . CH_2 . CO . NH . CH_2 . CO . NH . CH_2 . COOH$.

2^gr Carbäthoxyltriglycylglycinester wurden mit 13^ccm Normalnatronlauge (etwas mehr als der für 2 Moleküle berechneten Menge) auf 80° erhitzt, wobei bald klare Lösung eintrat. Nach 3 Stunden wurde die Flüssigkeit abgekühlt und mit 13^ccm Normalsalzsäure versetzt, worauf ziemlich bald die Krystallisation der neuen Säure begann. Ihre Menge betrug nach zweistündigem Stehen 0^gr.85, und die Mutterlauge gab noch 0^gr.1, so dass die Gesammtausbeute 57 Procent der Theorie erreichte. Das Rohproduct wurde zweimal aus etwas mehr als der zehnfachen Menge Wasser umkrystallisirt und im Vacuum über Schwefelsäure getrocknet.

0^gr.1904 Subst. 0^gr.2597 CO_2 0^gr.0838 H_2O
0^gr.1506 » 25^ccm.2 N (18°, 773^mm)

$C_9H_{14}O_7N_4$	Berechnet:	C 37.21	H 4.89	N 19.30
	Gefunden:	37.20	4.93	19.68

Die Säure schmilzt im Capillarrohr, rasch erhitzt, gegen 230° (corr. 235°) unter Zersetzung. In Alkohol ist sie äusserst schwer löslich. Die wässerige Lösung reagirt stark sauer und giebt mit Alkali und Kupfersalz eine blauviolette Färbung.

β-Naphthalinsulfoglycylglycin

$C_{10}H_7SO_2 . NH . CH_2 . CO . NH . CH_2 . CO_2H$.

Zur Bereitung des Chlorids wird das β-Naphthalinsulfoglycin[1] mit der dreifachen Menge Thionylchlorid bis zur Lösung erwärmt und dann das überschüssige Thionylchlorid unter stark vermindertem Druck bei 40° verdampft. Den festen Rückstand löst man in ungefähr der zwölffachen Menge Chloroform und giesst dann in eine Chloroformlösung von etwas mehr als 2 Molekülen Glycinester. Nach kurzer Zeit erfolgt die Abscheidung von salzsaurem Glycinester. Man verdampft das Chloroform ohne zu filtriren und wäscht den Rückstand zur Entfernung des Glycinesters und seines Hydrochlorats mit wenig

[1] C. Fischer u. P. Bergell, Ber. d. D. chem. Ges. 35, 3780 (1902).

Wasser. Dabei bleibt eine amorphe zähe Masse zurück. Man kann daraus durch Umlösen in viel heissem Wasser ein Product isoliren. welches in ausserordentlich kleinen Prismen krystallisirt, bei 118–119° (corr. 119–120°) schmilzt und den Stickstoffgehalt des β-Naphthalinsulfoglycylglycinesters zeigte.

0gr.1603 Subst. 10ccm.9 N (21°. 774mm)

$C_{16}H_{18}O_5N_2S$ Berechnet: N 8.00
Gefunden: 7.89

Die Substanz wurde aber wegen der geringen Menge und des untergeordneten Interesses nicht näher untersucht.

In viel besserer Ausbeute lässt sich das β-Naphthalinsulfoglycylglycin selbst gewinnen. Zu dem Zweck wird die amorphe Masse, die beim Verdampfen der Chloroformlösung bleibt, mit sehr verdünnter Natronlauge verseift. Bei Anwendung von 2gr Naphthalinsulfoglycin wurde eine Mischung von 20ccm Normalnatronlauge und 30ccm Wasser angewandt. Dabei ging das harzige Product grösstentheils in Lösung. Nach 20stündigem Stehen bei Zimmertemperatur wurde die alkalische Lösung von einem geringen Rückstand abfiltrirt und mit verdünnter Salzsäure übersättigt. Dabei fiel ein gallertartiger Niederschlag, der sich bald zu Flocken zusammenballte. Beim Umlösen aus 100ccm heissem Wasser resultirte zunächst ein Product von ähnlichen Eigenschaften. Als dasselbe aber in 15ccm heissem Alkohol gelöst war, schieden sich beim Erkalten kleine, aber ganz hübsch ausgebildete Kryställchen ab, die getrocknet den Schmelzpunkt 177–179° (corr. 180–182°) und auch den Stickstoffgehalt des bereits bekannten β-Naphthalinsulfoglycylglycins zeigten. Für die Analyse war bei 100° getrocknet.

0gr.1959 Subst. 14ccm.8 N (19°, 759mm)

$C_{14}H_{14}O_5N_2S$ Berechnet: N 8.69
Gefunden: N 8.67

β-Naphthalinsulfoglycylalanin

$C_{10}H_7 . SO_2 . NH . CH_2 . CO . NH . CH(CH_3) . COOH$.

Die Darstellung war genau dieselbe wie bei der vorigen Verbindung. Angewandt wurden 5gr β-Naphthalinsulfoglycin, 15ccm Thionylchlorid und 5gr optisch inactiver Alaninester. Die Ausbeute an Rohproduct betrug 5gr und nach dem Umlösen aus 150ccm heissem Wasser unter Zusatz von etwas Thierkohle 3gr.5. Für die Analyse war im Vacuum über Schwefelsäure getrocknet.

I.	$0^{gr}.1866$ Subst.	$0^{gr}.3689$ CO_2	$0^{gr}.0805$ H_2O
II.	0.1827 »	0.3612 »	0.0794 »
III.	0.1822 »	0.3606 »	0.0795 »

$0^{gr}.1818$ Subst. $13^{ccm}.3$ N (20°. 766^{mm})

$C_{15}H_{16}O_5N_2S$	Berechnet:	C 53.54	H 4.78	N 8.33
	Gefunden:	C I. 53.92	H I. 4.84	N 8.44
		II. 53.92	II. 4.87	
		III. 53.96	III. 4.89	

Alle drei Analysen, zu denen Präparate verschiedener Herkunft dienten, haben 0.4 Procent zu viel Kohlenstoff ergeben. Die Ursache dieser Abweichungen konnte nicht ermittelt werden. Die Verbindung löst sich leicht in kaltem verdünntem Ammoniak und schmilzt bei 169–170° (corr. 172–173°). Sie krystallisirt aus heissem Wasser in mikroskopischen winzigen Prismen. In Alkohol ist sie schon in der Kälte leicht löslich, dagegen wird sie schwer von Aether, Benzol, Chloroform aufgenommen.

Zum Schluss sage ich Hrn. Dr. Leuchs für die eifrige Hülfe, die er mir bei den vorstehenden Versuchen leistete, besten Dank.

Über die Primfactoren der Gruppendeterminante. II.

Von G. Frobenius.

Sind $P, Q, R, \cdots$ die Elemente einer Gruppe $\mathfrak{H}$ der Ordnung h, so nenne ich die Determinante h^{ten} Grades

$$\Theta = |x_{PQ^{-1}}| = \Pi\,\Phi^e \tag{1.}$$

die Determinante der Gruppe $\mathfrak{H}$. Die k verschiedenen Primfaktoren $\Phi, \Phi', \cdots$, worin sie zerfällt, seien homogene Funktionen der h Variabeln $x_P, x_Q, x_R, \cdots$ von den Graden $f, f', \cdots$. Dann besteht das Hauptergebnis meiner Arbeit *Über die Primfactoren der Gruppendeterminante*, Sitzungsberichte 1896, in dem Satze, dass der Exponent e der in Θ aufgehenden Potenz von Φ dem Grade f dieser Funktion gleich ist.

Der Beweis, den ich dafür in § 9 gegeben habe, erfordert ziemlich weitläufige Rechnungen und umständliche Betrachtungen. Ich habe daher in § 10 versucht, den Satz auf einem einfacheren Wege herzuleiten, es gelang mir aber nur zu zeigen, dass e durch f teilbar ist. Zu diesem Ergebnis komme ich mit Hülfe der Determinante

$$|x_{PQ^{-1}} + y_{Q^{-1}P}| = \Pi\,\Psi^{\frac{e}{f}}. \tag{2.}$$

Auch diese enthält, wenn die $2k$ Variabeln x_R, y_R alle von einander unabhängig sind, k verschiedene Primfaktoren Ψ. Dem Primfaktor f^{ten} Grades $\Phi(x)$ von Θ entspricht ein Primfaktor des Grades f^2

$$\Psi(x, y) = \Pi\,(u_\alpha + v_\beta), \tag{3.}$$

wo $u_1, u_2, \cdots u_f$ die f charakteristischen Wurzeln von $\Phi(x)$ (d. h. die Wurzeln der Gleichung $\Phi(u\varepsilon - x) = 0$), $v_1, v_2, \cdots v_f$ die von $\Phi(y)$ sind.

Mit Hülfe der antistrophen Gruppe zeigt auch Herr Burnside, *Proc. of the London Math. Soc.* vol. 29, p. 553, dass $e \geq f$ ist (aber nicht, dass $e = f$ ist, wie dort angegeben ist).

Ersetzt man x_R und y_R durch $x_R + w\varepsilon_R$ und $-x_R$, so erhält man

$$|x_{PQ^{-1}} - x_{Q^{-1}P} + w\varepsilon_{PQ^{-1}}| = w^r\,\Pi\,\Psi^{\frac{e}{f}}, \tag{4.}$$

wo

$$\Psi = \prod_{\alpha<\beta} \left(w^2-(u_\beta-u_\alpha)^2\right)$$

und

(5.) $$r = \Sigma\, e$$

ist.

Den h linearen Gleichungen

(6.) $$\sum_R (x_{AR^{-1}} - x_{R^{-1}A})\, y_R = 0$$

zwischen den h Unbekannten y_R genügen die Werte

(7.) $$y_R = x_R^{(n)} \qquad (n = 0, 1, 2. \cdots).$$

Ist

(8.) $$g(u) = \Pi\, \Phi(u\varepsilon - x)$$

das Produkt der k verschiedenen Primfaktoren von $\Theta(u\varepsilon - x)$, so ist $g(X) = 0$ die *reduzirte* Gleichung für die Gruppenmatrix $X = (x_{PQ^{-1}})$. Ihr Grad ist

(9.) $$s = \Sigma f,$$

und folglich sind unter den Lösungen (7.) die ersten s, und nur diese linear unabhängig.

Setzt man nun als bekannt voraus, dass $e = f$, also $r = s$ ist, so ergeben sich daraus, wie ich am Ende des § 10 gezeigt habe, zwei Folgerungen:

1. Der Rang der Matrix

(10.) $$(x_{PQ^{-1}} - x_{Q^{-1}P})$$

ist $h-r$, die r für $w = 0$ verschwindenden Elementarteiler der Determinante (4.) sind also alle linear, und

2. Die s Lösungen (7.), für $n = 0, 1, \cdots s-1$, bilden ein vollständiges System.

Umgekehrt ergibt sich aus diesen beiden Sätzen leicht, dass $r = s$, also $e = f$ ist. Es ist mir jetzt gelungen, ihren direkten Beweis, den ich bei Abfassung jener Arbeit vergeblich gesucht habe, durch ziemlich einfache Betrachtungen zu erbringen.

§ 2.

In der Gleichung (4.) § 1 erteile ich den h Variabeln x_R solche Werte, dass x_R und $x_{R^{-1}}$ konjugirte komplexe Grössen werden. Für die der Gleichung $R^2 = E$ genügenden Elemente der Gruppe $\mathfrak{H}$ ist also x_R reell angenommen. Ist $R = PQ^{-1}$ und $S = Q^{-1}P$, so erhält man in der Matrix (10.) § 1 zu dem Elemente

$$x_{PQ^{-1}} - x_{Q^{-1}P} = x_R - x_S$$

durch Vertauschung von P und Q das konjugirte Element

$$x_{QP^{-1}} - x_{P^{-1}Q} = x_{R^{-1}} - x_{S^{-1}}\,.$$

Je zwei konjugirte Elemente haben also konjugirte komplexe Werte, die Hauptelemente ($P = Q$) sind reell (Null). Nach einem bekannten Satze sind daher für die betrachteten Werte der h Variabeln x_R die Elementarteiler der Determinante (4.) § 1 alle linear. Ist sie durch $w^{r'}$ teilbar, so ist $r' > r$, und weil die für $w = 0$ verschwindenden Elementarteiler alle linear sind, so ist der Rang der Matrix (10.) § 1 gleich $h - r' \leq h - r$. Jede Unterdeterminante D vom Grade $h - r + 1$ ist daher Null.

Sind $x_P, x_Q, x_R, \cdots$ jetzt wieder unbeschränkt veränderlich, so ist D eine ganze Funktion dieser h Variabeln. Ist R von R^{-1} verschieden, so führe man darin für $x_R + x_{R^{-1}}$ und $i(x_R - x_{R^{-1}})$ neue Variabele ein. Ist aber $R^2 = E$, so behalte man x_R bei. Dann verschwindet D, wie eben gezeigt, für alle reellen Werte der neuen Variabeln, also auch für alle komplexen Werte der neuen und der ursprünglichen Variabeln.

Weil die Determinante (4.) § 1 den Faktor w in der r^{ten} Potenz enthält, so kann der Rang der Matrix (10.) § 1 nicht $< h - r$ sein. Da die Unterdeterminanten $(h - r + 1)^{\text{ten}}$ Grades verschwinden, so ist folglich ihr Rang gleich $h - r$.

Für den Beweis des zweiten Satzes brauche ich einige Hülfssätze über vertauschbare Matrizen, aus denen sich auch noch ein anderer Beweis für den ersten Satz ergibt.

§ 3.

I. *Sind A und B zwei vertauschbare Matrizen n^{ten} Grades, so lassen sich ihre charakteristischen Wurzeln $a_1, a_2, \cdots a_n$ und $b_1, b_2, \cdots b_n$ einander so zuordnen, dass $f(a_1, b_1), f(a_2, b_2), \cdots f(a_n, b_n)$ die charakteristischen Wurzeln der Matrix $f(A, B)$ sind. Diese Zuordnung ist für jede ganze Funktion $f(u, v)$ dieselbe.*

II. *Zerfallen die charakteristischen Determinanten der beiden vertauschbaren Matrizen A und B in lauter lineare Elementarteiler, so hat jede Matrix $f(A, B)$ dieselbe Eigenschaft.*

III. *Ist ausserdem bei jener Zuordnung immer $b_\varkappa = b_\lambda$, falls $a_\varkappa = a_\lambda$ ist, so ist B eine ganze Funktion von A.*

Den ersten Satz habe ich in meiner Arbeit *Über vertauschbare Matrizen*, Sitzungsberichte 1896, entwickelt. Einen besonders einfachen Beweis dafür hat Hr. Issai Schur in der Arbeit *Über einen Satz*

aus der Theorie der vertauschbaren Matrizen, Sitzungsberichte 1902, gegeben.

Seien $a_1, a_2, \cdots a_p$ die p verschiedenen unter den n charakteristischen Wurzeln $a_1, a_2, \cdots a_n$ der Matrix A. Ist dann

$$f(u) = (u-a_1)(u-a_2)\cdots(u-a_p),$$

so ist $f(A) = 0$ die reduzirte Gleichung für A, falls die Elementarteiler von $|uE-A|$ alle linear sind. Ich bezeichne zunächst mit $b_\varkappa$ nicht eine der Wurzel $a_\varkappa$ zugeordnete Wurzel der Matrix B, sondern mit $b_1, b_2, \cdots b_q$ die q verschiedenen unter den n Wurzeln $b_1, b_2, \cdots b_n$. Ist dann

$$g(u) = (u-b_1)(u-b_2)\cdots(u-b_q),$$

so ist $g(B) = 0$ die reduzirte Gleichung für B. Ist $\chi(u, v)$ eine ganze Funktion von u und v, so bezeichne ich mit $c_1, c_2, \cdots c_r$ die r verschiedenen unter den pq Grössen

$$\chi(a_\alpha, b_\beta) \qquad (\alpha = 1, 2, \cdots p;\ \beta = 1, 2, \cdots q)$$

und setze

$$h(u) = (u-c_1)(u-c_2)\cdots(u-c_r).$$

Die Funktion $h(\chi(u, b_\beta))$ verschwindet dann für die p verschiedenen Werte $a_1, a_2, \cdots a_p$, und ist mithin durch $f(u)$ teilbar. Ist $\psi_\beta(u) = \Sigma\psi_\beta^{(\lambda)}u^\lambda$ der Quotient, so sei $\psi^{(\lambda)}(v)$ die ganze Funktion $(q-1)^{\text{ten}}$ Grades, die für die q verschiedenen Werte $v = b_\beta$ die Werte $\psi_\beta^{(\lambda)}$ annimmt, und $\psi(u, v) = \Sigma\psi^{(\lambda)}(v)u^\lambda$. Dann verschwindet $h(\chi(u, v)) - f(u)\psi(u, v)$ für $v = b_1, b_2, \cdots b_q$, und ist mithin durch $g(v)$ teilbar. Da der Koeffizient von v^q in $g(v)$ gleich 1 ist, so ist der Quotient $\varphi(v, u)$ eine ganze Funktion von v und von u. Die Gleichung

$$h(\chi(u, v)) = f(u)\psi(u, v) + g(v)\varphi(v, u)$$

bleibt eine identische, wenn man für u und v zwei vertauschbare Matrizen A und B setzt. Ist $C = \chi(A, B)$, so ist daher $h(C) = 0$. Ist $\psi(C) = 0$ die reduzirte Gleichung für die Matrix C, so ist daher $h(u)$ durch $\psi(u)$ teilbar. Mithin hat die Gleichung $\psi(u) = 0$ keine mehrfachen Wurzeln, und folglich hat die charakteristische Determinante von $\chi(A, B)$ lauter lineare Elementarteiler.

Jetzt bezeichne ich mit $b_\varkappa$ die der Wurzel $a_\varkappa$ zugeordnete Wurzel und nehme an, dass stets $b_\varkappa = b_\lambda$ ist, wenn $a_\varkappa = a_\lambda$ ist. Sei $\varphi(u)$ die ganze Funktion $(p-1)^{\text{ten}}$ Grades, die für die p verschiedenen Werte $a_1, a_2, \cdots a_p$ die Werte $b_1, b_2, \cdots b_p$ annimmt, und folglich auch für jeden der n Werte $a_\varkappa$ den Wert $b_\varkappa$. Dann sind die n charakteristischen Wurzeln der Matrix $C = B - \varphi(A)$ gleich $b_\varkappa - \varphi(a_\varkappa) = 0$. Folglich verschwindet eine Potenz von C. Nach dem Satze II sind aber die Elementarteiler von $|uE-C|$ alle linear. Mithin verschwindet schon die erste Potenz von C, und folglich ist $B = \varphi(A)$.

§ 4.

Die obigen drei Hülfssätze kann man auch durch Transformation der Matrizen oder der ihnen entsprechenden bilinearen Formen A und B beweisen. Wenn die Elementarteiler von $|uE-A|$ alle linear sind, so kann man eine Substitution P so bestimmen, dass

$$P^{-1}AP = a_1 x_1 y_1 + a_2 x_2 y_2 + \cdots + a_n x_n y_n$$

wird. Sei etwa $a_1 = a_2 = \cdots = a_\alpha$, $a_{\alpha+1} = a_{\alpha+2} = \cdots = a_\beta$, $a_{\beta+1} = a_{\beta+2} = \cdots = a_\gamma$, $\cdots$, und seien a_α, a_β, $a_\gamma \cdots$ verschieden. Sei

$$E_1 = x_1 y_1 + \cdots + x_\alpha y_\alpha, \quad E_2 = x_{\alpha+1} y_{\alpha+1} + \cdots + x_\beta y_\beta, \quad \text{u. s. w.}$$

Dann ist $P^{-1}AP = a_\alpha E_1 + a_\beta E_2 + a_\gamma E_3 + \cdots$. Ist nun B mit A vertauschbar, so ist auch $P^{-1}BP$ mit $P^{-1}AP$ vertauschbar. Durch eine leichte Rechnung ergibt sich daraus, dass $P^{-1}BP$ in Teile $B_1 + B_2 + B_3 + \cdots$ zerfällt, von denen $B_\varkappa$ nur von den in $E_\varkappa$ vorkommenden Variabeln abhängt. Nun sind aber die Elementarteiler der Determinante einer zerfallenden Matrix die ihrer einzelnen Teile zusammengenommen. Daher sind die Elementarteiler der Determinante α^{ten} Grades $|uE_1 - B_1|$ alle linear. Folglich kann man eine Matrix α^{ten} Grades Q_1 von nicht verschwindender Determinante oder eine bilineare Form Q_1 der in E_1 vorkommenden Variabeln so bestimmen, dass $Q_1^{-1} B_1 Q_1 = b_1 x_1 y_1 + \cdots + b_\alpha x_\alpha y_\alpha$ wird, ebenso eine Form Q_2 so, dass $Q_2^{-1} B_2 Q_2 = b_{\alpha+1} x_{\alpha+1} y_{\alpha+1} + \cdots + b_\beta x_\beta y_\beta$ wird, u. s. w. Setzt man dann $Q_1 + Q_2 + Q_3 + \cdots = Q$, und $PQ = R$, so ist $R^{-1}AR = Q^{-1}(P^{-1}AP)Q = P^{-1}AP$, also

$$R^{-1}AR = a_1 x_1 y_1 + a_2 x_2 y_2 + \cdots + a_n x_n y_n,$$

und

$$R^{-1}BR = b_1 x_1 y_1 + b_2 x_2 y_2 + \cdots + b_n x_n y_n.$$

Ist dann $f(u, v)$ eine ganze Funktion von u und v, so ist

$$R^{-1} f(A, B) R = f(a_1, b_1) x_1 y_1 + f(a_2, b_2) x_2 y_2 + \cdots + f(a_n, b_n) x_n y_n.$$

Mithin sind $f(a_1, b_1), \cdots f(a_n, b_n)$ die charakteristischen Wurzeln der Matrix $f(A, B)$, und die Elementarteiler von $|uE - f(A, B)|$ sind alle linear.

Sind endlich die Bedingungen des Satzes III. erfüllt, so kann man wie oben $\varphi(u)$ so bestimmen, dass für $\varkappa = 1, 2, \cdots, n$ $\; b_\varkappa = \varphi(a_\varkappa)$ gesetzt wird. Dann ist

$$R^{-1}\varphi(A)R = \varphi(a_1) x_1 y_1 + \varphi(a_2) x_2 y_2 + \cdots + \varphi(a_n) x_n y_n = R^{-1}BR,$$

also $B = \varphi(A)$.

Ich habe in meiner Arbeit *Über lineare Substitutionen und bilineare Formen*, Crelle's Journal Bd. 84, S. 25 gezeigt: Ist $B = f(A)$ und $b = f(a)$, und ist $(r-a)^\alpha$ ein Elementarteiler von $|rE - A|$, so ist, wenn

$f'(a)$ von Null verschieden ist, $(r-b)^\alpha$ ein Elementarteiler von $|rE-B|$. Allgemeiner hat Hr. Bromwich in einer Arbeit *Theorems on Matrices and Bilinear Forms*, Proc. of the Cambridge Phil. Soc. vol. XI, Pt. I, gezeigt: Ist $f'(a) = \cdots = f^{(\beta-1)}(a) = 0$; aber $f^{(\beta)}(a)$ von Null verschieden, so entsprechen dem Elementarteiler $(r-a)^\alpha$ von $(rE-A)$, falls $\beta \geqq \alpha$ ist, α lineare Elementarteiler $r-b$ von $|rE-B|$. Ist aber $\alpha > \beta$, so sei $\varkappa$ der Quotient und $\lambda (< \beta)$ der Rest der Division von $\alpha = \varkappa\beta + \lambda$ durch β. Dann entsprechen dem Elementarteiler $(r-a)^\alpha$ β Elementarteiler, deren Exponenten möglichst gleich sind, also $\beta-\lambda$ Elementarteiler $(r-b)^\varkappa$ und λ Elementarteiler $(r-b)^{\varkappa+1}$.

Dieser Satz war mir seit langer Zeit bekannt. Auch Hr. P. Muth hat ihn selbständig gefunden und mir vor einigen Jahren den Beweis mitgeteilt. Es wäre nützlich, den analogen Satz für eine Funktion $f(A, B, C, \cdots)$ von mehreren Matrizen aufzustellen, von denen je zwei vertauschbar sind.

§ 5.

Die Funktion s^{ten} Grades (8.) § 1

$$g(u, x) = \Pi\, \Phi(u\varepsilon - x)$$

ist ein Produkt von k verschiedenen ganzen Funktionen der Variabeln u von den Graden $f, f', \cdots$, deren Koeffizienten ganze Funktionen der h unabhängigen Variabeln $x_P, x_Q, x_R, \cdots$ sind. Jede einzelne jener k Funktionen von u ist irreduzibel, die $s = \Sigma f$ Wurzeln $u_1, u_2, \cdots u_s$ der Gleichung $g(u, x) = 0$ sind daher alle unter einander verschieden. Die Gruppenmatrix $X = (x_{PQ^{-1}})$ genügt der Gleichung $g(X, x) = 0$. Da $u_1, u_2 \cdots u_s$ verschieden sind, so sind die Elementarteiler der Determinante $|uE-X|$ alle linear.

Die Gleichung $g(X, x) = 0$ ist eine in den h Variabeln $x_P, x_Q, x_R, \cdots$ identische Gleichung. Sie wird also auch durch jedes spezielle Wertsystem derselben erfüllt. Für ein solches brauchen die Elementarteiler von $|uE-X|$ nicht sämmtlich linear zu sein. Wird aber x so gewählt, dass $u_1, u_2, \cdots u_s$ alle verschieden sind, so sind sie stets alle linear (vergl. § 3).

Nun besagen die Gleichungen (6.) § 1, dass die Matrix $Y = (y_{PQ^{-1}})$ mit X vertauschbar ist. Daher ist die Determinante

$$(1.) \qquad |uX + vY + wE| = \Pi\, \big(\Phi(ux + vy + w)\big)^e$$

ein Produkt von linearen Faktoren $uu_\alpha + vv_\alpha + w$, wo u_α und v_α zugeordnete charakteristische Wurzeln der beiden vertauschbaren Matrizen X und Y sind. Mithin ist auch

$$(2.) \qquad \Phi(ux + vy + w) = \prod_\alpha{}_1^f\, (uu_\alpha + vv_\alpha + w)$$

ein Produkt linearer Funktionen von u, v, w.

Setzt man $v = 0$ oder $u = 0$, so erkennt man, dass den f charakteristischen Wurzeln $u_1, u_2, \cdots u_f$ von $\Phi(x)$ die f Wurzeln $v_1, v_2, \cdots v_f$ von $\Phi(y)$ in einer bestimmten Reihenfolge zugeordnet sind, und folglich den s Wurzeln von $g(u, x) = 0$ die s Wurzeln von $g(v, y) = 0$. Da ferner $u_1, u_2, \cdots u_s$ verschieden sind, so zeigen die Formeln (1.) und (2.), dass je zwei gleichen Wurzeln $u_\varkappa = u_\lambda$ von $|uE - X| = 0$ gleiche Wurzeln $v_\varkappa = v_\lambda$ von $|vE - Y| = 0$ zugeordnet sind.

Ist l eine Constante, so sind $v_1 - lu_1, \cdots v_s - lu_s$ die s Wurzeln der Gleichung $g(w, y - lx) = 0$. Ist l nicht gleich einem der Brüche $\frac{v_\varrho - v_\sigma}{u_\varrho - u_\sigma}$, so sind jene s Wurzeln alle verschieden. Da nun $Z = Y - lX$ der Gleichung $g(Z, y - lx) = 0$ genügt, so sind die Elementarteiler von $|wE - Z|$ alle linear und mithin nach Satz II, da $Y = lX + Z$ ist, auch die von $|vE - Y|$. Nach Satz III ist folglich Y eine ganze Funktion von X.

Damit ist bewiesen, dass die s Grössensysteme

$$y_R = x_R^{(n)} \qquad (n = 0, 1, \cdots s-1)$$

ein vollständiges System unabhängiger Lösungen der linearen Gleichungen (6.) § 1 bilden. Folglich hat die Matrix ihrer Koeffizienten

$$(3.) \qquad (x_{PQ^{-1}} - x_{Q^{-1}P})$$

den Rang $h - s$.

Nun ist aber die Gruppenmatrix $(x_{PQ^{-1}})$ mit der antistrophen Gruppenmatrix $(x_{Q^{-1}P})$ vertauschbar, und die charakteristischen Determinanten beider haben lauter lineare Elementarteiler. Nach Satz II. gilt daher dasselbe von der Matrix (3.), und speziell von den für $w = 0$ verschwindenden Elementarteilern ihrer charakteristischen Determinante (4.) § 1. Da nun diese den Faktor w^r hat, so ist der Rang der Matrix (3.) gleich $h - r$. Folglich ist $r = s$, $e + e' + \cdots = f + f' + \cdots$. Nun ist aber e durch f teilbar, also $e \geqq f$, $e' \geqq f'$, $\cdots$. Daher ist allgemein $e = f$.

§ 6.

In der Arbeit *Über Systeme höherer complexer Zahlen*, Math. Ann. Bd. 41, beweist Hr. Molien durch eine Reihe der scharfsinnigsten Betrachtungen den Satz:

29. *Die Anzahl der Grundzahlen eines ursprünglichen Zahlensystems ist gleich dem Quadrat des Grades der Ranggleichung.*

Der Satz $e = f$ ist eine unmittelbare Folge dieses Ergebnisses, wie Hr. Molien in zwei Arbeiten *Eine Bemerkung zur Theorie der homogenen Substitutionsgruppen* und *Über die Anzahl der Variabeln einer irreductibelen Substitutionsgruppe*, Sitzungsberichte der Naturforschergesell-

schaft zu Dorpat 1897, näher ausführt. Die Hülfssätze, die ihn zu jenem Ergebnis führen, haben mit den obigen Betrachtungen einige Berührungspunkte. Die der Gleichung (4.) § 1 analoge Gleichung

$$(1.) \qquad \left| \sum_l (a^i_{kl} - a^i_{lk}) u_l - \delta_{ik} \rho \right| = 0$$

nennt er die KILLING'sche Gleichung des Zahlensystems (*Mol.* § 5 (2.)), und er beweist den Satz:

19. *Wird ein Zahlensystem durch eine Form mit Polareigenschaft erzeugt, so besitzt seine KILLING'sche Gleichung ebenso viele verschwindende Wurzeln, als es linear unabhängige, mit einer allgemein gewählten Zahl des Systems vertauschbare Zahlen giebt.*

Anders ausgedrückt: Die für $\rho = 0$ verschwindenden Elementarteiler der Determinante (1.) sind alle linear, vorausgesetzt, dass die Determinante

$$|g_{ik}| \qquad (i, k = 1, 2, \cdots n)$$

einer gewissen quadratischen Form

$$(2.) \qquad \sum g_{ik} x_i x_k$$

von Null verschieden ist. Der Beweis aber, den Hr. MOLIEN für diesen Satz gibt, ist nicht zureichend. Nachdem er über die letzten $n-r$ Variabeln der Form (2.) verfügt hat, behauptet er, man könne die ersten r durch Vermehrung um lineare Verbindungen der letzten $n-r$ so abändern, dass die Form (2.) in die zwei Formen

$$\sum_1^r g_{ik} x_i x_k + \sum_{r+1}^n g_{jh} x_j x_h$$

zerfällt, von denen die erste nur von $x_1, \cdots x_r$, die andere nur von $x_{r+1}, \cdots x_n$ abhängt. Dies ist aber nur möglich, wenn die Determinante r^{ten} Grades

$$(3.) \qquad D = |g_{ik}| \qquad (i, k = 1, 2, \cdots r)$$

für die Form (2.) von Null verschieden ist, was Hr. MOLIEN jedoch nicht beweist. Dass aber gerade hierin der Kernpunkt der ganzen Deduktion steckt, zeigt das von Hrn. STICKELBERGER aufgestellte, für das Auftreten linearer Elementarteiler entscheidende Kriterium (MUTH, *Elementartheiler*, Satz 39, § 15):

Ist $f(x, y) + s g(x, y)$ eine Schaar bilinearer Formen der Variabeln $x_1, \cdots x_n$, $y_1, \cdots y_n$, und besitzt jedes der beiden Systeme von je n linearen Gleichungen

$$\frac{\partial f}{\partial y_\alpha} = 0 \quad \textit{und} \quad \frac{\partial f}{\partial x_\alpha} = 0 \qquad (\alpha = 1, 2, \cdots n)$$

k von einander unabhängige Lösungen

$$x_1^{(\varkappa)}, \cdots x_n^{(\varkappa)} \quad \textit{und} \quad y_1^{(\varkappa)}, \cdots y_n^{(\varkappa)} \qquad (\varkappa = 1, 2, \cdots k),$$

so ist die Anzahl der für $s = 0$ verschwindenden linearen Elementarteiler der Determinante der Schaar $f + sg$ gleich dem Range der Matrix

$$g(x^{(\varkappa)}, y^{(\lambda)}) \qquad (\varkappa, \lambda = 1, 2, \cdots k).$$

Ob der Satz 19 in der von Hrn. Molien ausgesprochenen allgemeinen Form richtig ist, vermag ich nicht zu entscheiden. Für die Entwicklung seiner Theorie reicht es aus, ihn für ein ursprüngliches Zahlensystem zu beweisen. Für ein solches bilden nach Satz 27 die r linear unabhängigen Potenzen der Zahl u das volle System linear unabhängiger, mit u vertauschbarer Zahlen. Mit Hülfe dieses Ergebnisses kann man zeigen, dass die Determinante r^{ten} Grades D gleich der Diskriminante der Ranggleichung des ursprünglichen Zahlensystems ist, und diese Gleichung ist nach Satz 24 irreduzibel. Demnach macht der Satz von Stickelberger die von Hrn. Molien für den Satz 19. beigebrachten Beweisgründe völlig entbehrlich.

Weit einfacher aber ergibt sich der Satz 19, ebenso wie die analoge Eigenschaft der Determinante (4.) § 1 aus dem Satze II.

Das Emissionsvermögen der Metalle für lange Wellen.

Von Prof. E. Hagen und Prof. H. Rubens
in Charlottenburg.

(Mittheilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt. Vorgelegt von Hrn. von Bezold.)

Die Untersuchung[1], welche der Akademie am 5. März d. J. vorgelegt wurde, führte zu dem Ergebniss, dass für lange Wellen zwischen dem Reflexionsvermögen R der Metalle[2] und ihrer elektrischen Leitfähigkeit $\varkappa$ die Beziehung

$$(100-R)\,.\,\sqrt{\varkappa} = \text{const.} \qquad (1)$$

besteht. Die in die verschiedenen Metalle eindringenden Strahlungs-Intensitäten $(100-R)$ verhalten sich also für lange Wellen umgekehrt wie die Wurzeln aus dem zugehörigen elektrischen Leitvermögen.

Diese Gesetzmässigkeit steht in vollem Einklange mit der Maxwell-schen elektromagnetischen Theorie des Lichts. Aus der letzteren hat Hr. Planck[3] unter der Annahme, dass für das gesammte optische Verhalten der Metalle ausschliesslich deren Leitfähigkeit für stationäre elektrische Ströme maassgebend sei, neuerdings die Formel[4] für den Reflexions-Coefficienten

$$R_1 = 1 - \frac{2}{\sqrt{\Lambda\tau}} \qquad (2)$$

abgeleitet. In seiner Veröffentlichung stellte es Hr. Planck als nicht unwahrscheinlich hin, dass sich diese Formel schon von anderer Seite entwickelt in der Litteratur vorfinde. Dies ist, wie ihm Hr. Drude

[1] E. Hagen und H. Rubens, diese Berichte S. 269, 1903.
[2] R ist in Procenten der auffallenden Strahlung gerechnet.
[3] M. Planck, diese Berichte S. 278, 1903.
[4] Obige Formel ist, da Hr. Planck die auffallende Strahlungs-Intensität gleich 1 setzt und mit Λ die galvanische Leitungsfähigkeit des Metalls im absoluten elektrostatischen Maass, mit τ die Dauer einer Lichtschwingung bezeichnet, identisch mit der unserigen (1).

brieflich mittheilt, thatsächlich der Fall. Sein Lehrbuch »Physik des Aethers«[1] enthält in Formel (66) direct die Planck'sche Gleichung, falls dort die Magnetisirungsconstante des Metalles gleich 1 gesetzt wird. Die Priorität der Ableitung der Formel (2) gebührt also Hrn. Drude, was wir im Einverständniss mit Hrn. Planck hiermit ausdrücklich anerkennen möchten.

Unsere jetzt vorliegende Arbeit hat es sich zur Aufgabe gemacht, eine Prüfung der Formel (1) für Strahlen von wesentlich grösserer Wellenlänge (etwa 25.5μ) durchzuführen und den Temperatur-Coefficienten des Emissionsvermögens der Metalle zu bestimmen, der nach der Maxwell'schen Theorie mit demjenigen für das elektrische Leitvermögen in naher Beziehung stehen muss.

Prüfung der Formel

$(100-R)\sqrt{\varkappa} = \text{const. für } \lambda = 25.5\mu.$

Zur Lösung des ersten Theiles der vorerwähnten Aufgabe waren Reflexionsversuche, aus denen dann $(100-R)$, die Intensität der eindringenden Strahlung, hätte abgeleitet werden müssen, wenig geeignet, da das Reflexionsvermögen aller Metalle sich mit zunehmender Wellenlänge asymptotisch dem Werthe 100 Procent nähert, und demnach die Schwierigkeit der Bestimmung mit wachsender Wellenlänge zunimmt.[2] Dieser Übelstand fällt indess fort, wenn man nicht das Reflexionsvermögen, sondern die Emission der Metalle zum Gegenstand der Untersuchung macht. Nach dem Kirchhoff'schen Gesetze ist nun aber die Emission der blanken Metalle bei gleicher Temperatur und Wellenlänge direct proportional der Grösse $(100-R)$. Es handelt sich also nur darum, die zu untersuchenden Metallflächen auf dieselbe Temperatur zu bringen[3] und ihre Wärmestrahlungen

[1] P. Drude, Physik des Aethers 1894, S. 574.

[2] In einer früheren Arbeit hat der eine von uns (H. Rubens) in Gemeinschaft mit Hrn. E. F. Nichols die Beobachtung mitgetheilt, dass für Strahlen von der Wellenlänge 23.7μ das Reflexionsvermögen der verschiedenen Metalle innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler den gleichen Werth ergab. Wied. Ann. 60 S. 418. 1897.

[3] Ein dem Princip nach ähnliches Verfahren, bei dem jedoch die untersuchten Strahlungs-Intensitäten nicht auf den schwarzen Körper bezogen wurden, hat O. Wiedeburg (Wied. Ann. 66 S. 92, 1898) benutzt, um das Verhältniss der Gesammtstrahlung zu ermitteln, welche einerseits von Silber und andererseits von den verschiedenen Metallen bei der gleichen Temperatur emittirt wird. Er gelangt dabei zu Zahlenreihen, durch die er die schon von H. Rubens (Wied. Ann. 37 S. 249, 1889) beobachtete Thatsache, dass die guten Leiter für Wärme und Elektricität ein stärkeres Reflexionsvermögen zeigen als die schlechten, bestätigt findet. Nach unseren Reflexionsversuchen sind jedoch Wiedeburg's Angaben so unwahrscheinlich, dass wir für einige Metalle seine Versuche wiederholten. Vermuthlich waren dieselben durch fremde Strahlungen

mit der eines absolut schwarzen Körpers für lange Wellen zu vergleichen.

Zu den Versuchen wurde ein drehbar aufgestellter, kupferner Kasten benutzt, der an seinen vier Seitenflächen mit runden Öffnungen und Verschraubungen versehen war, in welche die zu vergleichenden Metallplatten (strahlende Fläche 50^{mm} Durchmesser), bez. der »schwarze Körper«, eingesetzt werden konnten. Letzterer bestand aus einem mit konischen Enden versehenen, mit Mattlack geschwärzten Kupfercylinder von 47^{mm} Innendurchmesser. Seine Öffnung an einem Ende war 22^{mm} weit. Als Heizflüssigkeit, welche obigem zufolge die zu erhitzenden Flächen direct umspülte, diente Anilin. Die Heizung geschah elektrisch mittels einer in den Kupferkasten eingebauten Heizspirale aus Constantanband. Die Temperatur wurde in der Regel auf 170° gehalten. Der Heizkasten wurde vor einem wassergespülten Diaphragma aufgestellt, hinter dem sich ein auf Zimmertemperatur gehaltener Klappschirm befand. Wurde letzterer gehoben, so fiel die zu messende Strahlung nach einander auf drei bez. vier in passender Lage aufgestellte Flussspathflächen, wurde an ihnen reflectirt und gelangte dann auf einen grossen, vorn versilberten Hohlspiegel, der sie auf eine Rubens'sche Thermosäule concentrirte. Von der Gesammtemission wurden dadurch in der von dem Einen von uns angegebenen Weise[1] die etwa der Wellenlänge $26\,\mu$ entsprechenden Flussspath-Reststrahlen ausgesondert.

Da eine directe Vergleichung der Strahlungen der Metallflächen mit der des erwähnten schwarzen Körpers wegen der verschiedenen Grösse der strahlenden Fläche beider unmöglich war, so musste dabei folgendes Verfahren eingeschlagen werden. Es wurde in eine der Öffnungen des Heizkastens eine dünne, berusste Kupferscheibe eingesetzt

in erheblichem Maasse beeinträchtigt. Als Beweis dessen möge nachstehende Tabelle angeführt werden, welche die Strahlungs-Intensitäten von vier Metallen bei 100°, bezogen auf Silber gleich 1, einerseits nach O. Wiedeburg's Angaben und andererseits nach unseren Controlversuchen enthält. Bei den letzteren war jegliche fremde Strahlung mit Sicherheit ausgeschlossen.

Beobachter	Gesammtstrahlung bei 100°			
	Silber	Platin	Stahl	Manganin
Wiedeburg	1.00	1.23	1.31	1.32
Hagen und Rubens	1.00	4.65	6.66	8.00

[1] H. Rubens, Wied. Ann. 69, S. 576, 1899. Die nach dreimaliger Reflexion an Flussspathflächen zurückbleibende Reststrahlung hat ihr Energiemaximum bei $24.0\,\mu$. Wegen des asymmetrischen Abfalles der Energiecurve muss jedoch die mittlere Wellenlänge des Strahlencomplexes zu $25.5\,\mu$ angenommen werden, bei viermaliger Reflexion an Flussspathflächen ist die genannte Schwerpunktverschiebung noch etwas grösser und ergiebt $\lambda = 26\,\mu$.

und ihr dicht anliegend eine 5^{cm} grosse Scheibe aus mikroskopischem Deckglas. Sodann wurde das Verhältniss der Strahlungs-Intensität des schwarzen Körpers zu der der Glasplatte unter Benutzung eines kleinen, wassergespülten Diaphragmas (14^{mm} Durchmesser) ermittelt. Der gefundene Werth ergab sich zu 1.30. Für alle weiteren Versuche wurde dann stets die Strahlungs-Intensität der verschiedenen Metallflächen mit der der gedachten Glasplatte unter Verwendung eines 32^{mm} grossen, runden Diaphragmas verglichen. Die so erhaltenen Verhältnisszahlen brauchten alsdann nur noch durch 1.30 dividirt zu werden, um auf diese Weise unmittelbar den Vergleich mit der Strahlung eines gleich grossen absolut schwarzen Körpers zu ergeben. In dieser Weise sind die in der nachstehenden Tabelle I aufgeführten Zahlen erhalten.

Nur bei dem Quecksilber musste anders und zwar folgendermaassen verfahren werden. Hier wurde nahe vor dem Diaphragma, etwas unterhalb desselben, eine grosse Porzellanschale mit auf 100° erhitztem Quecksilber aufgestellt und über diesem in der Höhe des Diaphragmas eine als Spiegel dienende, schräggestellte Flussspathplatte. Die von dem Quecksilber ausgehende Strahlung konnte dadurch nach dem Diaphragma hin reflectirt werden. Um dann weiter den Vergleich dieser Strahlung mit der des gleich warmen schwarzen Körpers vorzunehmen, liess man auf dem erhitzten Quecksilber eine grosse Scheibe desselben mikroskopischen Deckglases schwimmen, wie solches zu den zuvor beschriebenen Versuchen gedient hatte, und benutzte jene als Vergleichskörper.

Dass bei keinem der Versuche fremde Strahlungen das Resultat gefälscht hatten, wurde in jedem Einzelfalle durch nachträgliches Einschalten einer 1^{cm} dicken Steinsalz- oder einer Flussspathplatte constatirt. Eine solche absorbirte die benutzte Strahlung vollständig.[1]

In der folgenden Tabelle sind die Werthe für $(100-R)$ in Spalte 6 mit Hülfe der Formel (2) berechnet, indem man für τ den der Wellenlänge $\lambda = 25.5\,\mu$ entsprechenden Werth einsetzte, gleichzeitig auf das elektromagnetische Maass überging und berücksichtigte, dass unser $\varkappa$ der reciproke Werth des in Ohm gemessenen Leitungswiderstandes eines Drahtes von 1^{m} Länge und 1^{qmm} Querschnitt ist. In Spalte 6 und 7 sind die von uns direct durch Beobachtung gefundenen Beträge neben die aus der Formel (2) errechneten Werthe für $(100-R)$ gestellt. Beide zeigen eine so weitgehende Übereinstimmung, dass schon dadurch die von uns gefundene Gesetzmässigkeit

$$(100-R)\sqrt{\varkappa} = \text{const}$$

eine volle Bestätigung gefunden hat. Das Gleiche geht aus Spalte 8

[1] H. Rubens und A. Trowbridge, Wied. Ann. 60, S. 724. 1897.

Tabelle I.

1	2	3	4	5	6	7	8
	Leitungs-vermögen bei 18°	Temperatur-coefficient des Widerstandes	Leitungs-vermögen bei 170°	$\sqrt{\kappa_{170}}$	Emissionsvermögen $J = (100 - R)$ für $\lambda = 25.5\mu$ ber. aus Formel (2)	beob.	Product der in Spalte 5 und 7 enthaltenen Werthe
	κ_{18}	$10^3 . \alpha$	κ_{170}				$(100 - R)\sqrt{\kappa} = C$
Silber	61.4	4.0	39.2	6.26	1.15	1.13	7.07
Kupfer	51.8	4.2	32.5	5.70	1.27	1.17	6.67
Gold	41.3	3.68	27.2	5.21	1.39	1.56	8.10
Aluminium	31.6	3.90	20.4	4.52	1.60	1.97	8.91
Zink	15.83	3.94	10.2	3.19	2.27	2.27	7.24
Cadmium	13.13	4.25	8.40	2.86	2.53	2.55	7.29 (Kupfer bis Stahl: 7.33 im Mittel)
Platin	9.24	3.84	5.98	2.44	2.96	2.82	6.88
Nickel	8.50	4.38	5.26	2.29	3.16	3.20	7.33
Zinn	8.28	4.65	5.01	2.24	3.23	3.27	7.32
Stahl	5.02	3.69	3.30	1.81	3.99	3.66	6.62
Quecksilber	1.044	0.92	0.916[1]	0.957	7.55	7.66	7.33
Wismuth	0.84	4.54	0.513	0.716	10.09	(25.6)	(18.3)
Rothguss	7.89	0.8	7.05	2.65	2.73	2.70	7.16
Manganin	2.38	0.03	2.37	1.54	4.69	4.63	7.16 (Rothguss bis Constantan: 7.25)
Constantan	2.04	0.01	2.04	1.43	5.05	5.20	7.43

[1] bei 100°

hervor, welche das aus unseren Beobachtungen abgeleitete Product $(100-R)\sqrt{\varkappa}$ enthält. Nur bei dem Aluminium ist die Abweichung einigermaassen beträchtlich und bei dem Wismuth[1] stimmt Theorie und Versuch gar nicht. Letzteres kann uns aber bei dem abweichenden Verhalten, das das Wismuth auch in anderer Hinsicht vielfach zeigt, kaum Wunder nehmen.

Wir gehen nun zu dem zweiten Theil der Eingangs erwähnten Aufgabe über.

Abhängigkeit des Emissionsvermögens der Metalle von der Temperatur.

Die gute Übereinstimmung zwischen den von uns beobachteten und den aus der Maxwell'schen Theorie für $(100-R)$ berechneten Emissionswerthen lässt bereits erkennen, dass die Änderung des Leitvermögens der Metalle mit der Temperatur eine entsprechende Änderung des Emissionsvermögens zur Folge hat. Andernfalls hätte die

[1] Sowohl die Aluminium- wie die Wismuth-Oberfläche waren nicht auf die Dauer oxydfrei zu erhalten. Dass die beobachtete Abweichung hierauf zurückzuführen ist, ist bei dem Aluminium ziemlich sicher. Bei dem Wismuth aber liegen offenbar auch noch andere Gründe vor.

Constante $C = (100 - R)\sqrt{\varkappa_{170}}$ für reine Metalle etwa 25 Procent kleiner ausfallen müssen als diejenige für die Legirungen mit verschwindendem Temperatur-Coefficienten und als die theoretisch berechnete Zahl 7.23. Man kann also aus Emissionsversuchen die Grösse und Richtung der Widerstandsänderung mit der Temperatur direct berechnen, und zwar muss dabei die Emission proportional der Quadratwurzel aus dem Widerstand zunehmen. Um diese Beziehung noch weiter zu prüfen, haben wir folgende Versuche angestellt.

Vor dem 32^{mm} weiten Diaphragma unserer Versuchsanordnung wurde ein elektrisch erhitzter, kastenförmiger, flacher Hohlkörper aus blankem Platinblech aufgestellt von der Form, wie ihn die HH. Lummer und Kurlbaum[1] bei Versuchen über die Emission des blanken Platins angewandt haben. Die Temperatur dieses Platinhohlkörpers konnte durch ein in seinem Innern befindliches le Chatelier'sches Thermoelement gemessen werden. Für höhere Temperaturen (800° bis 1560°) wurde der Hohlkörper durch einen einfachen, aus demselben Platinblech geschnittenen Streifen ersetzt, dessen Temperatur mit Hülfe des Holborn und Kurlbaum'schen optischen Pyrometers[2] bestimmt wurde. Die hiermit direct beobachtete »schwarze« Temperatur wurde nach der von den genannten Herren aufgestellten Correctionstabelle auf die Celsiusscala umgerechnet. Bei den Versuchen mit hohen Temperaturen (über 800°) war es erforderlich, die Zahl der reflectirenden Flussspathflächen von drei auf vier zu vermehren, da sonst die Reststrahlen nicht genügend rein waren. Die dann noch vorhandenen geringen Verunreinigungen derselben durch Strahlung kurzer Wellenlänge wurden durch Einschalten einer Steinsalzplatte in den Strahlengang ermittelt und der Betrag in Abrechnung gebracht. Ferner wurde für die höheren Temperaturen das nur 14^{mm} weite Diaphragma angewandt, welches einen directen Vergleich der Strahlung des glühenden Platinblechs mit derjenigen unseres schwarzen Körpers bei 170° C. ermöglichte. Ist aber die Strahlung des schwarzen Körpers für Reststrahlen von Flussspath für eine Temperatur bekannt, so lässt sie sich ohne weiteres für alle Temperaturen angeben, da nach Rubens und Kurlbaum[3] die Intensität der beobachteten Reststrahlung bei Temperaturen oberhalb 20° C. proportional der Temperaturdifferenz zwischen dem schwarzen Körper und der Thermosäule ist, eine Thatsache, welche durch die von Hrn. Planck[4] abgeleitete Strahlungsgleichung

---

[1] O. Lummer und F. Kurlbaum, Verhandlungen der Phys. Ges. zu Berlin 17 S. 106, 1898.

[2] L. Holborn und F. Kurlbaum, Ann. der Phys. X S. 225, 1903.

[3] H. Rubens und F. Kurlbaum, Ann. der Phys. IV S. 649, 1901.

[4] M. Planck, Ann. der Phys. IV S. 553, 1901.

ihre Begründung gefunden hat. Dadurch war man in der Lage, die Strahlung des glühenden Platinblechs stets auf die Strahlung eines gleich temperirten schwarzen Körpers zu beziehen, d. h. die Grösse J direct ermitteln zu können. Der Anschluss dieser Versuche bei hoher Temperatur an diejenigen bei tieferer geschah in der Weise, dass zwischen 700° und 800° C. bei beiden erwähnten Versuchsanordnungen Ausschläge beobachtet wurden. Bildet man das Verhältniss zweier Ausschläge, die in beiden Versuchsanordnungen derselben Temperatur der Strahlungsquelle entsprechen, so erhält man einen Reductionsfactor, mit welchem die bei höherer Temperatur beobachteten Ausschläge zu multipliciren sind, um denjenigen bei niederer Temperatur direct vergleichbar zu werden. Die Resultate unserer Versuche nach Durchführung dieser Umrechnung sind in der Tabelle 2 zusammengestellt.

Tabelle 2.

Temperatur des Platinblechs $t°$ Celsius	Beobachteter Ausschlag	Bemerkungen
1556	200	Glühender Platinstreifen vor dem engen Diaphragma, 4 Fluoritflächen, Temperaturmessung mit dem optischen Pyrometer. Der schwarze Körper ergab bei 170° C. 196^{mm} (reducirten) Ausschlag.
1438	177	
1320	153	
1214	130	
1100	109.5	
976	89.7	
858	74.6	
762	63.6	
804	68.0	Platin-Hohlkörper vor dem weiten Diaphragma, 3 Fluoritflächen, Temperaturmessung mit dem Thermoelement.
695	53.2	
614	45.4	
493	32.2	
404	24.4	
323	18.2	
261	12.4	
169	6.5	

Die directe Bestimmung der elektrischen Constanten des von uns benutzten Platinblechs ergab das Leitungsvermögen $\varkappa_0 = 6.5$ (specifischer Widerstand $= 0.154$) und zwischen 18° und 65° den Temperaturcoefficienten $\alpha = 0.0024$. Diese Zahlen lassen erkennen, dass das benutzte Platin nicht sehr rein war; es ist dies jedoch für den vorliegenden Zweck belanglos.

Sehr gute Übereinstimmung zwischen den berechneten und beobachteten Emissionswerthen des Platinblechs erhält man, wenn man setzt

$$w_t = w_0(1 + \alpha t + \beta t^2), \qquad (3)$$

worin

$$w_0 = 0.154$$
$$\alpha = 0.0024$$
$$\beta = 0.0000033$$

ist.

Es wird dies durch die Tabelle 3 bewiesen, welche in ihrer ersten Spalte einige Temperaturen in Celsiusgraden, in der zweiten die aus Formel (3) berechneten hierzu gehörigen specifischen Widerstände, in der dritten die entsprechenden Leitvermögen $\varkappa_t$, in der vierten das Emissionsvermögen $J = (100 - R) = \frac{7.23}{\sqrt{\varkappa_t}}$ enthält. Die fünfte Spalte giebt die Strahlung γ_t des schwarzen Körpers, wie sie sich aus der Strahlung des schwarzen Körpers bei 170° für die betreffende Temperatur berechnet, und die sechste das Product $(100 - R)\frac{\gamma_t}{100}$, welches der beobachteten Emission α des Platinblechs gleich sein müsste. In der siebenten Spalte endlich sind die Werthe von α daneben gestellt, welche sich durch Interpolation aus unseren Beobachtungen ergeben. Die Übereinstimmung zwischen den Zahlen der sechsten und siebenten Spalte ist überall zufriedenstellend. Zur Beurtheilung dieser Übereinstimmung ist es von Wichtigkeit, zu bemerken, dass die berechneten Zahlen absolute Werthe sind und keinen willkürlichen Factor enthalten.

Tabelle 3.

1	2	3	4	5	6	7
Temperatur t in Celsiusgraden	Specifischer Widerstand $w_t = w_0(1 + \alpha t + \beta t^2)$	Leitungsvermögen $\varkappa_t$	Emissionsvermögen $J = 100 - R = \frac{7.23}{\sqrt{\varkappa_t}}$	Emission des schwarzen Körpers γ_t	Ausschlag berechnet $(100 - R)\,\gamma_t \cdot \frac{1}{100}$	Ausschlag a beobachtet
170	0.233	4.31	3.49	196	6.8	6.6
220	0.260	3.84	3.68	261	9.6	9.6
300	0.312	3.22	4.04	366	14.8	15.7
600	0.559	1.79	5.40	758	40.9	42.8
900	0.900	1.11	6.86	1150	78.9	79.6
1200	1.33	0.751	8.34	1540	128.4	128.0
1500	1.58	0.540	9.84	1940	191	189.5

Die Coefficienten w_0 und α der Gleichung (3) sind den elektrischen Bestimmungen unmittelbar entnommen. Es zeigt dies wiederum, dass in dem Gebiet tieferer Temperaturen (bis etwa 250°), wo der Einfluss des quadratischen Gliedes nur gering ist, die beobachteten Emissionswerthe mit den aus dem elektrischen Leitvermögen berechneten völlig übereinstimmen, und zwar sowohl bezüglich ihres absoluten Betrages, als auch hinsichtlich ihrer Änderung mit der Temperatur. Dagegen ist die Annahme eines quadratischen Gliedes mit dem

Coefficienten β unbedingt nothwendig, um auch im Gebiet der hohen Temperaturen Übereinstimmung zwischen den beobachteten und berechneten Emissionswerthen hervorzubringen.

Der Coefficient $\beta = 0.0000033$ hat in der Gleichung (3) ein positives Vorzeichen, was auf ein schnelleres Wachsen des Widerstandes bei hohen Temperaturen hinweist. Es steht dies im Widerspruch mit Messungen der HH. Benoît[1], L. Callendar[2], sowie von L. Holborn und W. Wien[3], welche sämmtlich eine geringe Abnahme der Widerstandsänderung mit wachsender Temperatur beobachteten, was einem sehr kleinen, negativen Werth von β entspricht.

Es ist hiernach zu vermuthen, dass das aus unseren Emissionsbeobachtungen berechnete stärkere Anwachsen des Widerstandes bei höheren Temperaturen nur ein scheinbares ist, und dass dort noch andere Factoren auf die Änderung der Emission des Platins einwirken. Insbesondere ist es nicht unwahrscheinlich, dass bei hohen Temperaturen eine Veränderung der Oberflächenbeschaffenheit (Rauhwerden der Oberfläche) eintritt, welche eine merkliche Erhöhung des Emissionsvermögens bedingt. Auch ist es nicht ausgeschlossen, dass die beobachteten Abweichungen mit der unvollkommenen Homogenität der Reststrahlen im Zusammenhang stehen.

Resultate.

Aus unserer Untersuchung folgt:

1. Das Emissionsvermögen der Metalle für lange Wellen ist umgekehrt proportional der Quadratwurzel aus dem elektrischen Leitvermögen.

Wie zu erwarten war, geben die im ersten Theil der vorliegenden Arbeit beschriebenen Emissionsversuche für die Wellenlänge $\lambda = 25.5\mu$ eine noch vollkommenere Übereinstimmung mit den Forderungen der elektromagnetischen Lichttheorie, als die von uns auf S. 276 dieser Berichte mitgetheilten Reflexionsversuche bei $\lambda = 12\mu$. Nicht nur schwanken die jetzt für das Product $(100-R)\sqrt{\varkappa}$ für die einzelnen Metalle erhaltenen Werthe (mit Ausnahme des Wismuths) innerhalb viel engerer Grenzen als bei $\lambda = 12\mu$, auch der Werth der Constante C schliesst sich dem aus der Theorie berechneten fast vollkommen an. Die reinen Metalle ergaben für $\lambda = 25.5\mu$ im Mittel $C = 7.33$, die Legirungen $C = 7.25$, während $C = 7.23$ der theoretische Werth ist.

Es mag ferner nicht unerwähnt bleiben, dass auch in dem jetzt untersuchten Gebiet langer Wellen ein Einfluss der magnetischen

[1] Benoît, C. R. 76 p. 342, 1873.
[2] L. Callendar, Phil. Mag., 5. Ser. Bd. 47 p. 191, 1899.
[3] L. Holborn und W. Wien, Wied. Ann. 56 S. 360, 1895.

Eigenschaften von Eisen und Nickel auf ihr Verhalten diesen Strahlen gegenüber nicht zu constatiren ist.[1]

2. Das Emissionsvermögen ($100 - R$) zeigt die von der Maxwell-schen Theorie wegen der Widerstandsänderung der Metalle geforderte Abhängigkeit von der Temperatur.

3. Man wird daher auch berechtigt sein, in dem Gebiet langer Wellen die völlige Übereinstimmung der übrigen optischen Constanten mit den aus der Maxwell'schen Theorie berechneten Grössen anzunehmen. Nach derselben ergeben sich, wie bereits Hr. Drude[2] gezeigt hat, der Extinctionscoefficient (g) und der Brechungsindex (ν) der Metalle für normale Incidenz als numerisch gleich und zwar zu:

$$g = \nu = 5.48\sqrt{\varkappa\lambda}. \tag{4}$$

Ferner ist

$$R = 100\left(1 - \frac{2}{\nu}\right) = 100\left(1 - \frac{2}{g}\right), \tag{5}$$

folglich[3]

$$g = \nu = \frac{200}{100 - R}. \tag{6}$$

Beide Grössen sind mithin aus dem Emissionsvermögen allein bestimmbar.

4. Eine weitere Folge, welche sich aus der Übereinstimmung unserer Versuche mit der elektromagnetischen Lichttheorie ergiebt, verdient besonders hervorgehoben zu werden. In die theoretische Berechnung der Constante C geht ausser Zahlenfactoren nur die Lichtgeschwindigkeit und die Wellenlänge ein, welche durch Strahlungsversuche ermittelt werden können. Dividirt man nun das Emissionsvermögen eines Metalles für die Wellenlänge λ (die Emission des schwarzen Körpers $= 100$ gesetzt) durch die Constante C und quadrirt den Quotienten, so erhält man den elektrischen Leitungswiderstand in Ohm, den ein Draht aus dem betreffenden Metall bei 1^{m} Länge und 1^{qmm} Querschnitt besitzt. Man ist dadurch also in der Lage, absolute elektrische Maassbestimmungen lediglich mit Hülfe von Strahlungsmessungen vornehmen zu können.

[1] Nach Hrn. Drude kann dies zu Gunsten der von ihm ausgearbeiteten Theorie des Magnetismus durch circular schwingende Elektroden gedeutet werden.

[2] P. Drude, Physik des Aethers S. 575, Formel (68), 1894.

[3] Hierin ist $\varkappa$ das specifische Leitvermögen des Metalls für die betreffende Temperatur, so dass $\frac{1}{\varkappa} = w$ den Widerstand eines Leiters von 1^{m} Länge und 1^{qmm} Querschnitt in Ohm bedeutet. λ ist die Wellenlänge in μ.

Das achtzehnte Kapitel des Vendidād.

Von Prof. Dr. K. Geldner.

(Vorgelegt von Hrn. Pischel am 26. März [s. oben S. 325].)

Innerhalb des Vendidād nimmt das Gesetzbuch der Zoroastrier von Kapitel 3—18 den breitesten Raum ein. Das 18. Kapitel bildet den deutlichen Abschluß. Die Paragraphen 67—76 sind ein Nachtrag zu Kapitel 16; sie lehren die Sühnung der in Vend. 16, 17 erwähnten Sünde. Der Eingang des Kapitels aber klingt wie eine allgemeine Schlußermahnung an den Priesterstand, nicht allein nach dem Buchstaben des Gesetzes, sondern stets im lebendigen Glauben zu wirken. Der trockene Lehrton, wie er sonst dem Vendidād eigen ist, wird stellenweise mit Glück vermieden, und darin gleicht das Schlußkapitel des Leviticus seinem Eingangskapitel 3. Die Sprache wird gewählter, manchmal fast pathetisch und, wie es bisweilen in den Brāhmaṇas[1] geschieht, durch den mehrmals wiederholten Schlußsatz wirkungsvoll gehoben, die Einkleidung der vorgetragnen Lehren ist eigenartig, alles untrügliche Anzeichen dafür, daß der Autor des Vendidād hier ältere Stücke verarbeitet hat. Wie die alte Avestasprache von ihrem fast unvergleichlichen Reichtum immer mehr einbüßt, so wird auch die priesterliche Schriftstellerei, je jünger sie ist, um so dürftiger, kunstloser und ideenärmer.

Unter den bisherigen Bearbeitungen des Kapitels stehen die von Haug[2] und Darmesteter[3] voran. Haugs Aufsatz ist das Beste, was er auf dem Avestagebiet geschrieben hat. Eine philologische Nachprüfung beider scheint mir der Veröffentlichung nicht unwert zu sein. Der gelehrte Pehlevi-Übersetzer des Vendidād leistet da, wo es sich um dogmatische, rituelle und juridische Begriffe handelt, vortreffliche Dienste, aber die Gedanken des Originals liegen bisweilen außerhalb seines engen und einförmigen Vorstellungskreises.

[1] Z. B. Ait. Br. 3, 40, 1—9 (vergl. 3. 39, 7); 5, 29, 4—8; 30, 4, 15; 31, 2—4; 8, 25, 2—4. TS. 5, 5, 2, 1f. 5, 6, 2, 2f. und besonders Sat. 11, 5, 7, 2—4.

[2] Haug, Das achtzehnte Kapitel des Wendidād, in den Sitzungsberichten der Königl. bayer. Akademie der Wissenschaften. Jahrg. 1868, Bd. II.

[3] Le Zend-Avesta II, 240.

In Form und Anlage ist das Kapitel ein regelrechter *āhūiriš frašnō* und *āhūiriš ṭkaēšō*, d. h. eine Befragung des Herrn und eine Belehrung von seiten des Herrn (vergl. Vīsp. 1, 9). Das Avesta ist nach parsischer Auffassung von Ahuramazda bei den wiederholten Zusammenkünften dem Zoroaster auf dessen Fragen wörtlich geoffenbart worden. Meist beginnen die Kapitel des Vendidād mit der Fragestellung des Propheten (2. 3. 5. 6—17). Hier wie in 1 und 4 gibt Ahura selbst das Thema an und fordert dann den Zoroaster auf, weiter zu fragen, und dieser knüpft oft an ein bestimmtes Stichwort in der Rede des Herrn an, so in 8 an *daēnām* in 1, in 61 an *jahika* in 54. Das Kapitel zerfällt danach in fünf Abschnitte, jeder folgende wird durch die ungewöhnliche und feierliche Aufforderung, abermals zu fragen, eingeleitet. Der Inhalt ist kurz folgender: 1. Der falsche und der wahre Priester. Nicht die äußeren Abzeichen, sondern der Glaube (1—4) und das Studium der heiligen Schrift machen den wahren Priester (5—6). 2. Der falsche Glaube, der äußere und innere Abfall vom rechten Glauben, der Irrlehrer, den zu verfolgen, zu kränken und zu meiden heilige Pflicht ist (7—12). 3. Der Haushahn und die guten Dienste, die er der Menschheit leistet, indem er sie am Morgen dem Schlafdämon, der Būshyāsta, entreißt. Die Nöten des Feuers zur Nachtzeit und seine Dankbarkeit (13—27). Die Mahnung, an Glaubensgenossen einen Hahn zu verschenken (28) oder wenigstens ein ähnliches Geschenk zu machen (29). Daran schließt sich unmittelbar eine Unterredung zwischen Sraosha und der Druj. Das fortwährende Gebären der Druj ist die Folge von vier verschiedenen schweren Sünden. Drei davon lassen sich nach dem Geständnis der Druj durch Sühne ungeschehen machen, die vierte ist unsühnbar (30—59). 4. Die Gemeinschädlichkeit der Jahika, der feilen Dirne (60—65). 5. Die Versündigung bei der Frau während ihrer Katamenien und die umständliche Sühnung durch Opfergaben, gemeinnützige Werke und Körperstrafen (66—76).

Übersetzung.

1. »Dieweil es allerhand[1] Leute gibt«, also sprach Ahuramazda, »o frommer Zarathushtra«, (so merke dir):

»Unerlaubt trägt das Mundtuch[2] (Penōm), wer nicht mit dem

---

[1] *paravō* in geringschätzigem Sinn: ‘vielerlei, allerlei’. Ähnlich in den Gāthās, Y. 50. 2 *ẹrẹžẹjīš ašā pourušū hvarẹ̄ pišyasū* ‘wer rechtschaffen lebt unter den vielerlei Leuten, die die Sonne gern schauen’.

[2] Das Mundtuch, der Schleier, den der Priester vor dem Mund trug, wann er an das Feuer trat.

Glauben gegürtet ist[1], fälschlich wird er ein Priester genannt. Nenne ihn nicht Priester«, also sprach Ahuramazda, »o frommer Zarathushtra«.

2. »Unerlaubt trägt die Fliegenklappe[2], wer nicht mit dem Glauben gegürtet ist, fälschlich wird er ein Priester genannt. Nenne ihn nicht Priester«, also sprach Ahuramazda, »o frommer Zarathushtra«.

3. »Unerlaubt trägt den Baum(zweig)[3], wer nicht mit dem Glauben gegürtet ist, fälschlich wird er ein Priester genannt. Nenne ihn nicht Priester«, also sprach Ahuramazda, »o frommer Zarathushtra«.

4. »Sündhaft trägt[4] die Geißel[5], wer nicht mit dem Glauben gegürtet ist, fälschlich wird er ein Priester genannt. Nenne ihn nicht Priester«, also sprach Ahuramazda, »o frommer Zarathushtra«.

5. »Wer die ganze Nacht über schläft, ohne den Yasna zu beten oder (die Gāthās) herzusagen, ohne zu memorieren oder zu amtieren, ohne zu lernen oder zu lehren, um den zu besiegen, der nach dem (ewigen) Leben trachtet[6], der wird fälschlich ein Priester genannt. Nenne ihn nicht Priester«, also sprach Ahuramazda, »o frommer Zarathushtra«.

6. »Nur den sollst du Priester nennen«, also sprach Ahuramazda. »o frommer Zarathushtra, der die ganze Nacht über die heilige Wissenschaft studiert[7], die vor der Enge bewahrt und die Richterbrücke weit macht[8], die ein gutes Gewissen gibt, die zum (ewigen) Leben, die zum Asha und zum besten (Platz) im Paradies führt«.

7. »Frage mich wiederum, o Aufrichtiger, mich den segensreichsten Schöpfer, den weisesten, der die Frage am besten beantwortet.

---

[1] Die heilige Schnur (Gürtel, jetzt Kostī) ist für den Parsen das unveräußerliche Symbol seines Glaubens. Vergl. Y. 9, 26, wo es vom Haoma heißt: »Dir brachte Mazda den ersten Gürtel, den sternenbesetzten, von himmlischen Geistern gefertigten, nämlich den guten mazdayasnischen Glauben. Und mit diesem umgürtet, bist du auf den Höhen der Berge für alle Zeit sowohl Hülle (?) als Stab (*grava*) des heiligen Wortes«.

[2] Womit das Ungeziefer nach den Geboten des Avesta getötet wurde, s. Herod. 1, 140.

[3] Der Barsomzweig.

[4] *kāšayeiti*, dieselbe Wurzel in *iristōkaša*, *nasukaša*, vergl. *mā ciš barō aēvō yaṭ iristẹm* Vd. 3, 14. *kaš* ist ordinärer als *bar*.

[5] Das sonst *aspahe aštra* genannte Instrument. *mairīm* (Adv. von *mairya* = Pehl. *mar*, Ner. *nṛśaṃsa*) ist die durch den Zusammenhang gebotene Steigerung von *ainīm* (= Sks. *anyathā* 'fälschlich, ungehörig, unerlaubt', vergl. DKC. S. 164, 24 *tām asāv anyathābhyamanyata* 'jener trug unerlaubte Gelüste nach ihr').

[6] Den Ahriman. γρηγορεῖτε καὶ προσεύχεσθε, ἵνα μὴ εἰσέλθητε εἰς πειρασμόν, Matth. 26, 41.

[7] *pẹrẹsāṭ*, vergl. *naskō-frasāoṅhō* Y. 9, 22.

[8] »Die Brücke wird für den Gerechten so weit, als die Länge von neun Speeren beträgt, und für den Bösen wird sie so schmal wie die Schneide eines Rasiermessers« *Dādistān-ī Dīnīk* 21, 5.

So wird es dir besser ergehen, so wirst du gesegneter[1] werden, wenn du mich wieder fragen wirst.«

8. Es fragte Zarathushtra den Ahuramazda: »Ahura usw. gerechter, was[2] ist der schleichende Verderber?«

9. Darauf sprach Ahuramazda: »Der falsche Glaube von einem Lehrer[3], o Spitama Zarathushtra, der während eines Zeitraums von drei Lenzen die heilige Schnur nicht umlegt, die Gāthās nicht aufsagt, den guten Wassern nicht opfert«.

10. »Und wer mir diesen Mann, wenn er in Haft gehalten wird[4], wieder in Freiheit setzt, der tut kein besseres Werk, als wenn er seinen (abgehäuteten) Schädel (wieder) ganz behautete.«[5]

[1] *spęñta, spanyah, spęništa* (Pehl. *afzūnīk*) ist 'gedeihlich' oder 'segensreich' in der doppelten Bedeutung: 'Heil, Gedeihen gebend' oder 'gut gedeihend, gesegnet, ὄλβιος'.

[2] *kā* nom. sing. fem., weil dem Fragenden bereits die Antwort — *agha daēna* in 9 — vorschwebt.

[3] Auch hier ist die Grammatik ganz korrekt. Pehl.-Übers.: *pun ān sarītar dīn numūtār* 'von dem Lehrer des falschen Glaubens'. Zu *disya* 'Lehrer' vergl. *daēnō-disō daēnayāi* Y. 57, 23. Mit *disyāṭ* ist unmittelbar das folgende *yō* zu verbinden.

[4] Pehl.-Übers.: *mūnci zak li gabrā ō tangīh vakhdūnḍ yekavīmūnīḍ, aīghaš nipištak pataš vakhdūnḍ yekavīmūnīḍ aš ō frākhvīh lālā burḍ.* 'Und wenn jemand mir diesen Mann, der in Haft gehalten wird, d. h. gegen ihn besitzt er ein Schriftstück, ihn in die Freiheit hinausbringt'.

[5] Es fragt sich bei dieser schwierigen Stelle vor allem, ob *pāstō-frathañhęm kamęrędhęm kęręnuyāṭ* dasselbe ist wie *pāstō-frathañhęm hē kamęrędhęm vīnāthayęn* in Vd. 3, 20 und 9, 49. *vīnāthayęn* wird von der Pehl.-Übers. mit *kušēnd* umschrieben und dies so glossiert: *aīghaš rōēšā barā hē peskūnd* (d. h. 'ihm den Kopf abschneiden'). *kuštan* bedeutet im Neup. 'töten', im Pehl. aber 'schlachten, metzgern', und *fra-kušaiti* in Vd. 5, 34 ist nach dem Zusammenhang s. v. a. 'abbalgen, aushäuten' (s. m. Bem. in K. Z. 25, 207). Es gehört also zu Skr. *kuṣ* 'zerreißen', *niṣkuṣita* nach Hemac. anek. ältrer Ausgabe = *hatatvac*, Zachariae aber liest jetzt in 4, 113 *nistuṣita*. *vīnāth* bezeichnet also wohl die mit dem Abhäuten beginnende Tätigkeit des Schlächters, und die Worte in 3, 20 sind zu übersetzen: »sie sollen ihm den Schädel abhäuten, so weit die (Kopf)haut reicht, d. h. vollständig«. Wegen *kamęrędhęm* und *hē* sind in Vd. 18, 10 die fraglichen Worte auf den Ketzer zu beziehen. Man darf also nicht mit Darmesteter übersetzen: »als wenn er *einem* den Kopf abschneiden würde«. Nach dem Parallelismus mit dem vorausgehenden Satz kann es sich nur um eine dem Ketzer erwiesene Wohltat handeln. Dies hat der Übersetzer wohl gefühlt, wenn er zunächst wörtlich übersetzt: *pōst pahnāḍ kamār karḍ* und dies dann glossiert: *aīghaš rōēšā peskūnḍ yekavīmūnīḍ afaš zīvandak lakhvār karḍ havāē*, d. h. 'ihm den Kopf abgeschnitten und ihn wieder lebendig gemacht hätte'. Doch ist die Ergänzung gerade der Hauptsache allzu hart. Es bleibt nur eine Annahme übrig: die Worte drücken umgekehrt das Wiederlebendigmachen des Hingerichteten aus und werden nur aus dem Gegensatz zu der gewöhnlichen Phrase *pāstō-frathañhęm kamęrędhęm vīnāthayęn* verständlich. Arḍā Vīrāf 21, 1 wiederholt wörtlich die Worte der Pehl.-Übers. in Vd. 18, 10: *mūnaš kamār pōst pahnāḍ hamāī vādūnd.* Auch dort müßte dem entsprechend erklärt werden. Der Sinn wäre: zur Strafe für einen Mord, der auf Erden an einem Frommen begangen wurde, wird man in der Hölle immer wieder durch die grausame Marter des Hautabziehens getötet und wieder lebendig gemacht. Der Text des AV. stellt diese Prozedur in umgekehrter Folge dar. Warum an dem greisen Leichenträger und dem unwissenden Reiniger in Vd. 3 und 9 diese Exekution vorgenommen wurde, erklärt das Shāyast Lā-Shāyast 8. 5 f.: Man ersparte dem Todsünder die Qualen der drei Nächte (s. Note zu Par. 19 und Hād. Nask 3. 3; West, SBE. 5, 303).

11. »Für einen einzigen bösen unfrommen Ketzer ist nämlich der Segenswunsch ein Kniestoß, für zwei die herausgestreckte Zunge, für drei gar keiner, vier verwünschen sich selbst.«[1]

12. »Wer einem einzigen bösen, unfrommen Ketzer von dem zubereiteten Haoma gibt, oder von den geweihten Speisen, die für ein Liebesmahl bestimmt sind, der tut kein besseres Werk, als wenn er eine Horde von tausend Reitern in die Dörfer der Mazdagläubigen führte, die Männer tötete und das Vieh als Beute fortführte.« —

13. »Frage mich wiederum, o Aufrichtiger, mich den segensreichsten Schöpfer, den weisesten, der die Frage am besten beantwortet. So wird es dir besser ergehen, so wirst du gesegneter werden, wenn du mich wieder fragen wirst.«

14. Es fragte Zarathushtra den Ahuramazda: »Ahuramazda, segensreichster Geist, Schöpfer der irdischen Wesen, gerechter! Wer ist der Diakon des Sraosha, des dem Asha ergebnen, tapferen, der das verkörperte heilige Wort ist und dessen Waffe erschreckt, des dem Herren ergebenen?«

15. Darauf sprach Ahuramazda: »Der Vogel, der da Parōdarsh (Hahn) heißt, o Spitama Zarathushtra, den die spottenden Menschen Kahrkatās (Kikeriki) nennen. Und dieser Vogel erhebt seine Stimme um das zunehmende Frührot«:

16. »»Stehet auf, ihr Menschen, gelobet die beste Rechtschaffenheit, verschmähet die Teufel![2] Jene Būshyāsta mit den langen Pfoten kommt über euch. Sie schläfert die ganze irdische Welt sogleich beim Erwachen des (Tages)lichts (wieder) ein (mit den Worten[3]): »»»schlafe lange, o Mensch, deine Zeit ist noch nicht um.«««[4]

17. »»Verschlafet[5] nicht die drei besten Dinge, gutgedachten Gedanken, gutgesprochnes Wort, gutgetanes Werk; verschlafet die drei schlimmsten Dinge, bösegedachten Gedanken, bösegesprochnes Wort, bösegetanes Werk!««

[1] *zānu-drājāo* ist wörtlich: 'wobei Verlängerung des Knies stattfindet', *hizu-drājāo* 'wobei Verlängerung der Zunge stattfindet', vergl. dazu Vd. 13, 48. Der Sinn ist: wenn man einem solchen Ketzer begegnet, so gibt man ihm statt des Segenswunsches (*āfriti*) einen Fußtritt, zweien streckt man mit mehr Vorsicht nur die Zunge heraus, bei dreien unterläßt man am besten jede Beleidigung und bei vieren ist das überhaupt nicht nötig, denn vier Ketzer sind niemals einträchtig, sondern beschimpfen sich gegenseitig.

[2] Dieser Satz (ebenso Yt. 13, 89) ist dem ersten Satz des alten Glaubensbekenntnisses nachgebildet: Y. 12, 1 *nāismī daēvō fravarānē mazdayasnō* 'ich verschmähe ein Teufel(anbeter zu sein), ich bekenne mich laut als Mazdaanbeter' (*daēvō* abgekürztes *daēvayasnō*).

[3] Die folgenden Worte spricht die Būshyāsta, die Dämonin der Schläfrigkeit am frühen Morgen.

[4] Über *sacaite* s. K. Z. 28, 301.

[5] Dies ist die Fortsetzung der Rede des Hahns, nicht der Būshyāsta. Über *aiwithyō*, n. pl. von *aiwi-sī* vergl. K. Z. 27, 230.

18. »Und im ersten Drittel der Nacht bittet mein, des Ahuramazda, Feuer den Hausherrn:

19. »»Zu Hülfe[1]! stehe auf, o Hausherr! Ziehe deine Kleider an, wasche deine Hände, hole Brennholz, lege es für mich an und zünde mich an reinem Brennholz mit gewaschnen Händen an. Es kommt mir vor, als ob der von den Teufeln erschaffene Āzi (Dämon der Habgier) meine Seele von ihrem Lebensfaden losreißen wolle.««[2]

20. »Und im zweiten Drittel der Nacht bittet mein, des Ahuramazda, Feuer den Viehbauern:

21. »»Zu Hülfe! stehe auf, o Viehbauer! Ziehe deine Kleider an, wasche deine Hände, hole Brennholz, lege es für mich an und zünde mich an reinem Brennholz mit gewaschnen Händen an. Es kommt mir vor, als ob der von den Teufeln erschaffene Āzi meine Seele von ihrem Lebensfaden losreißen wolle.««

22. »Und im dritten Drittel der Nacht bittet mein, des Ahuramazda, Feuer den dem Asha ergebnen Sraosha: »»Zu Hülfe (komme), o dem Asha ergebner schöner Sraosha! Dann legt für mich irgend jemand in der bekörperten Welt reines Brennholz mit gewaschnen Händen an. Es kommt mir vor, als ob der von den Teufeln erschaffene Āzi meine Seele von ihrem Lebensfaden losreißen wolle.««

23. »Darauf weckt der dem Asha ergebene Sraosha den Vogel namens Parōdarsh, o Spitama Zarathushtra, den die Menschen spottend Kahrkatās benennen. Und dieser Vogel erhebt seine Stimme um das zunehmende Frührot:

24. »»Stehet auf, ihr Menschen, gelobet die beste Rechtschaffenheit, verschmähet die Teufel! Jene Būshyāsta mit den langen Pfoten kommt über euch. Sie schläfert die ganze irdische Welt sogleich beim Erwachen des (Tages)lichts (wieder) ein (mit den Worten:) »»»schlafe lange, o Mensch, deine Zeit ist noch nicht um.«««

25. »»Verschlafet nicht die drei besten Dinge, gutgedachten Gedanken, gutgesprochenes Wort, gutgetanes Werk; verschlafet die drei schlimmsten Dinge, bösegedachten Gedanken, bösegesprochenes Wort, bösegetanes Werk!««

---

[1] Par. 22 zeigt deutlich, daß *avaiṅhe* gegen die Pehl.-Übers. zu der Rede des Feuers zu ziehen ist.

[2] *pairithna* (von *pairi-tan*) ist das Band, das Leib und Seele verknüpft, der Lebensfaden; vergl. Vend. 19, 28 *pasca para-iristahe maśyehe pasca frasakhtahe maśyehe pasca pairithnẹm dẹrẹniñti daēva* ‘nachdem der Mensch gestorben ist, nachdem der Mensch die Zeit (der drei Tage, während deren die Seele noch in unmittelbarer Nähe des Körpers weilen muß, Hād. Nask 2, 1 f.) überstanden hat, so schneiden die Devs alsdann den Lebensfaden ab’. Yasht 8, 54 *vīspahe aṅhẹuš astvatō parōiṭ pairithnẹm aṅhvām ava hisidhyāṭ* ‘sie würde der ganzen bekörperten Welt die Seele vom Lebensfaden losschneiden’. *parōiṭ* Präp. mit Akk. = ‘los von, weg von’.

26. »Dann wird, während sie so auf dem Pfühl liegen, ein Freund von seinem Freund ermahnt:[1] »»Stehe du auf, er (der Hahn) treibt mich heraus. Wer von uns beiden zuerst aufsteht, wird glücklich hinüber[2] ins Paradies gelangen. Wer von uns beiden zuerst dem Feuer des Ahuramazda reines Brennholz mit gewaschnen Händen zubringt, dem wünscht zufriedengestellt und ohne Ärger das Feuer reichen Segen:

27. »»»Möge dir eine Herde Vieh und eine Schar von Söhnen zuteil werden, möge dir ein wohltätiger Sinn und ein wohltuendes Gewissen zuteil werden, mögest du ein Leben mit frohem Gewissen leben die Nächte (Tage), die du leben wirst!««« Dies ist der Segenswunsch des Feuers für den, der ihm Brennholz bringt, trocknes, vom (Sonnen)licht beschienenes (d. h. abgelagertes) und aus Wunsch nach Rechtschaffenheit gereinigtes.«

28. »Und wer mir diese Vögel, o Spitama Zarathushtra, — ein Pärchen, Männchen und Weibchen — einem frommen Mann aus dem löblichen Streben nach Rechtschaffenheit[3] schenkt, der darf glauben, er habe ein Haus geschenkt mit hundert Säulen, tausend Balken, zehntausend Vorhängen[4] und zehntausend Fenstern.«

29. »Und wer mir Fleisch von der Körpergröße dieses Vogels Parōdarsh schenkt[5], den werde ich niemals ein zweites Wort fragen[6], ich Ahuramazda, (sondern sagen:) »»du darfst weitergehen ins Paradies.«« —

30. Der dem Asha ergebene Sraosha fragte die Druj, nachdem er seine Keule aus der Hand gelegt hatte: »Unangenehme, unnütze Druj! Du gebierst doch allein in der ganzen bekörperten Welt ohne jede Befruchtung.«[7]

31. Darauf erwiderte ihm die Teufelin Druj: »Du, dem Asha ergebner, schöner Sraosha! Ich gebäre durchaus nicht in der ganzen bekörperten Welt ohne jede Befruchtung. Ich habe jederzeit vier Männer.

32. Die belegen mich ebenso, wie alle anderen Männer ihren Samen in die Weiber legen.«

33. Der dem Asha ergebene Sraosha fragte die Druj, nachdem er seine Keule aus der Hand gelegt hatte: »Unangenehme, unnütze Druj! Wer ist der erste von diesen deinen Männern?«

---

[1] *aošete* = skr. *ā-ucyate*.

[2] Über die Richterbrücke.

[3] *ašaya* = skr. *ṛtayā*.

[4] *mišta?* vergl. neup. *mištī* 'seidenes Gewand'.

[5] Pehl.-Übers.: »Einige erklären, daß er Fleisch in dieser Größe einem frommen Mann gibt«. Der Sinn ist: wenn er keinen Hahn zu verschenken hat, dann soll er statt dessen ein Stück Fleisch von der Größe eines Hahnes zum Geschenk machen.

[6] An der Richterbrücke. Gemeint ist: dem sind alle Sünden vergeben.

[7] Der elliptische Satz mit *zī* ähnlich wie in Par. 1.

34. Darauf erwiderte ihm die Teufelin Druj: »Du, dem Asha ergebner, schöner Sraosha! Der ist fürwahr der erste dieser meiner Männer, wenn jemand auch nur das geringste von seinen Bekleidungsgegenständen einem frommen Mann auf dessen Bitte nicht aus löblichem Streben nach Rechtschaffenheit schenkt.

35. Der belegt mich ebenso, wie alle anderen Männer ihren Samen in die Weiber legen.«

36. Der dem Asha ergebene Sraosha fragte die Druj: »Unangenehme, unnütze Druj! Gibt es ein Mittel, es wegzubringen?«

37. Darauf antwortete ihm die Teufelin Druj: »Du dem Asha ergebner, schöner Sraosha! Folgendes ist das Mittel, es wegzubringen: Wenn der Mann auch nur das geringste von seinen Bekleidungsgegenständen einem frommen Mann ohne dessen Bitte aus dem löblichen Streben nach Rechtschaffenheit schenkt.

38. Der bringt mich ebenso um die Leibesfrucht, als ob ein vierbeiniger Wolf das Kind aus dem Mutterleib risse.«

39. Der dem Asha ergebene Sraosha fragte die Druj, nachdem er die Keule aus der Hand gelegt hatte: »Unangenehme, unnütze Druj! Wer ist der zweite von diesen deinen Männern?«

40. Darauf erwiderte ihm die Teufelin Druj: »Du, dem Asha ergebner, schöner Sraosha! Der ist fürwahr der zweite dieser meiner Männer, wenn jemand über den Vorderfuß hinaus eine Vorderfußlänge weiter pißt.«[1]

41. »Der belegt mich ebenso, wie alle anderen Männer ihren Samen in die Weiber legen.«

42. Der dem Asha ergebene Sraosha fragte die Druj, nachdem er die Keule aus der Hand gelegt hatte: »Unangenehme, unnütze Druj! Gibt es ein Mittel, es wegzubringen?«

43. Darauf erwiderte ihm die Teufelin Druj: »Du, dem Asha ergebner, schöner Sraosha! Folgendes ist das Mittel, es wegzubringen: Wenn der Mann, sobald er aufsteht und drei Schritte (weitergeht), dreimal das Ashem betet, zweimal humatanãm, dreimal hukhshathrōtemāi und darauf vier Ahunavairya hersagt und das yeńhe hātãm betet.

44. Der bringt mich ebenso um die Leibesfrucht, als ob ein vierbeiniger Wolf das Kind aus dem Mutterleib risse.«

45. Der dem Asha ergebene Sraosha fragte die Druj, nachdem er die Keule aus der Hand gelegt hatte: »Unangenehme, unnütze Druj! Wer ist der dritte dieser deiner Männer?«

---

[1] Man mußte im Hocken genau zwischen die Fußspitzen den Urin lassen; vergl. *abrāhmaṇo 'yaṃ yas tiṣṭhan mūtrayati* M. Bhāṣya ed. Kielhorn I, 411, 22. — *paurva* ist nach Pehl.-Übers. Präposition = 'vor'.

46. Darauf erwiderte ihm die Teufelin Druj: »Dem Asha ergebner, schöner Sraosha! Der ist fürwahr der dritte dieser meiner Männer, wenn jemand im Schlaf Samen vergießt.«

47. »Der belegt mich ebenso, wie alle anderen Männer ihren Samen in die Weiber legen.«

48. Der dem Asha ergebene Sraosha fragte die Druj, nachdem er die Keule aus der Hand gelegt hatte: »Unangenehme, unnütze Druj! Gibt es ein Mittel, es wegzubringen?«

49. Darauf erwiderte ihm die Teufelin Druj: »Du, dem Asha ergebner, schöner Sraosha! Folgendes ist das Mittel, es wegzubringen: Wenn der Mann, sobald er vom Schlaf erwacht ist, dreimal das Ashem betet, zweimal humatanãm, dreimal hukhshathrōtemāi und darauf vier Ahunavairya hersagt und das yeňhe hātãm betet.

50. Der bringt mich ebenso um die Leibesfrucht, als ob ein vierbeiniger Wolf das Kind aus dem Mutterleib risse.«

51. »Darauf fordert man die segensreiche Ārmaiti (Erde) auf: »»Segensreiche Ārmaiti: »»Diesen Mann übergebe ich dir, diesen Mann gib mir heraus bei der erfolgreichen Welterneuerung (Auferstehung) als einen, der die Gāthās kennt, der den Yasna kennt, der die heilige Schrift studiert hat, als einen belehrten, tugendhaften, der das heilige Wort verkörpert.««

52. »Und man soll ihm einen Namen geben: Ātredāta oder Ātrecithra oder Ātrezañtu oder Ātredahyu oder irgend einen mit Ātre gebildeten.«

53. Der dem Asha ergebene Sraosha fragte die Druj, nachdem er die Keule aus der Hand gelegt hatte: »Unangenehme, unnütze Druj! Wer ist der vierte von diesen deinen Männern?«

54. Darauf erwiderte ihm die Teufelin Druj: »Du, dem Asha ergebner, schöner Sraosha! Der ist fürwahr der vierte von diesen meinen Männern, wenn ein Mann nach dem 15. Jahr als Dirne läuft, d. h. ohne heilige Schnur oder ohne das heilige Hemd.[1]

55. Nach dem vierten Schritt machen wir Teufel sogleich nachher beides[2] zugleich, seine Zunge und sein Fleisch krank. Solche sind dann imstande, die irdischen Geschöpfe des Asha zu verderben, wie die Zauberei treibenden Teufelsanbeter die Geschöpfe des Asha verderben können.«

[1] Das Gehen ohne das heilige Hemd oder die Schnur galt als ein Entblößtgehen, daher der Vergleich mit der jahika, vergl. West, Glossary unter *vashāḍdūbārishnīk* und Darmesteter Note zu der Stelle. Obige Übersetzung wahrt die Grammatik. *anaiwiyāsta* aber *anabdātō*, indem der Verfasser bald an die *jahika*, bald an den Mann denkt.

[2] Ich vermute *uvaēm. ava-mivāmahi* (Pehl. *barā vināsīm*) läßt sich nicht sicher bestimmen, vergl. sk. *kā́mamūta*.

56. Der dem Asha ergebene Sraosha fragte die Druj, nachdem er die Keule aus der Hand gelegt hatte: Unangenehme, unnütze Druj! Gibt es ein Mittel, es wegzubringen?«

57. Darauf erwiderte ihm die Teufelin Druj: »Du, dem Asha ergebner, schöner Sraosha! Es gibt kein Mittel, es wegzubringen.«

58. »Wenn ein Mann mit dem 15. Jahr als Dirne läuft, d. h. ohne heilige Schnur und ohne heiliges Hemd,

59. So machen wir Teufel nach dem vierten Schritt sogleich nachher beides zugleich krank, seine Zunge und sein Fleisch. Solche sind dann imstande, die irdischen Geschöpfe des Asha zu verderben, wie die Zauberei treibenden Teufelanbeter die Geschöpfe des Asha verderben können.«« —

60. Frage mich wiederum, o aufrichtiger, mich, den segensreichsten Schöpfer, den weisesten, der die Frage am besten beantwortet. So wird es dir besser ergehen, so wirst du gesegneter werden, wenn du mich wieder fragen wirst.«

61. Es fragte Zarathushtra usw.: »Wer kränkt dich, den Ahuramazda, mit der größten Kränkung, wer ärgert dich mit dem größten Ärger?«

62. Darauf sprach Ahuramazda: »Das scortum[1], welches den Samen von Heiligen und Unheiligen, von Teufelanbetern und Nichtteufelanbetern, von Verdammten und Nichtverdammten zusammenkommen läßt, o frommer Zarathushtra.«

63. »Ein Drittel der in Flüssen fließenden frischen Wasser läßt es durch seinen Blick abstehen, o Zarathushtra. Einem Drittel der sprießenden, schönen, goldfarbigen Bäume raubt es ihr Wachstum durch seinen Blick, o Zarathushtra.

64. »Einem Drittel der segensreichen Ārmaiti (Erde) raubt es die Decke durch seinen Blick, o Zarathushtra. Dem frommen Mann, der einen Überschuß[2] von guten Gedanken, guten Worten und guten Werken hat, raubt es ein Drittel von seiner Stärke und von seiner Siegeskraft[3] und von seiner Rechtschaffenheit durch seine Begegnung, o Zarathushtra.«

65. »Und ich sage dir, o Spitama Zarathushtra, diese sind mehr zu töten als die giftigen Schlangen oder als die reißenden[4] Wölfe oder als eine die Steppe bewohnende Wölfin, wenn sie in die Wohnung einbricht oder als ein Tausend laichender Frosch, wenn er ins Wasser springt.« —

---

[1] *jahi* scheint hier, wie lat. scortum, sowohl das männliche (*aršaca vīptō* Vd. 8, 32) wie das weibliche Individuum zu bezeichnen, daher *yō*!

[2] Nämlich über die bösen Gedanken.

[3] Über Ahriman und seine Heerschar.

[4] *sravaṅhavō*, vergl. *upasruvatō* 'überfallend, überraschend' (Pehl. *uštāfkar*) Vd. 7, 27.

66. »Frage mich wiederum, o Aufrichtiger, mich, den segensreichsten Schöpfer, den weisesten, der die Frage am besten beantwortet. So wird es dir besser ergehen, so wirst du gesegneter werden, wenn du mich wieder fragen wirst.«

67. Es fragte Zarathushtra usw.: »Wer einer Frau, die ihre Blässe, Regel und Blutung hat, beiwohnt, (den Tatbestand) kennend, wissend (daß es Sünde ist) und (die Strafbarkeit) bedenkend, während auch sie (den Tatbestand) kennt und weiß (daß es Sünde ist) und (die Strafbarkeit) bedenkt,

68. Was ist dafür die Vermögensbuße, was ist dafür die Leibesstrafe, was soll er dafür eingedenk der begangenen Handlungen noch leisten[1]?«

69. Darauf antwortete Ahuramazda: »Wer einer Frau, die ihre Blässe, Regel und Blutung hat, beiwohnt, (den Tatbestand) kennend, wissend (daß es Sünde ist) und (die Strafbarkeit) bedenkend, während auch sie (den Tatbestand) kennt und weiß (daß es Sünde ist) und (die Strafbarkeit) bedenkt,

70. So soll er tausend Stück Kleinvieh schlachten und von allen diesen Tieren die Herzteile mit Weihwasser dem Feuer in löblichem Streben nach Rechtschaffenheit darbringen; die Vorderfüße soll er den guten Wassern darbringen.[2]

71. Tausend Traglasten hartes, trocknes, ausgesuchtes Brennholz soll er dem Feuer in dem löblichen Streben nach Rechtschaffenheit darbringen. Tausend Traglasten weiches Brennholz vom Sandelbaum, Benzoin, Aloe oder Granatbaum[3] oder von irgend einem der wohlriechenden Bäume soll er dem Feuer im löblichen Streben nach Rechtschaffenheit darbringen.

72. Tausend Bündel Barsom soll er zurechtmachen, tausend Weihwasserspenden samt Haoma und Milch, geläutert und untersucht, von einem heiligen Mann (Priester) geläutert und untersucht, mit einem Zusatz von dem Baum, der Granatbaum heißt, soll er den guten Wassern im löblichen Streben nach Rechtschaffenheit darbringen.

73. Tausend Schlangen, die auf dem Bauch kriechen, soll er töten, zweitausend andere; tausend atmende (auf dem Land lebende) Frösche soll er töten, zweitausend andere; tausend Körner stehlende Ameisen soll er töten, zweitausend andere.

74. Dreißig Stege soll er legen über einen Kanal; er soll tausend Geißelungen bekommen mit der Ochsenpeitsche, zweitausend mit der Rute.

[1] In Gestalt nützlicher Werke.

[2] Diese Stelle haben Haug und Darmesteter klargestellt. Die Bedeutung von *asmanivāo* ergibt sich aus Shāyast Lā-Shāyast 11, 4.

[3] Diese traditionelle Deutung nach Haug.

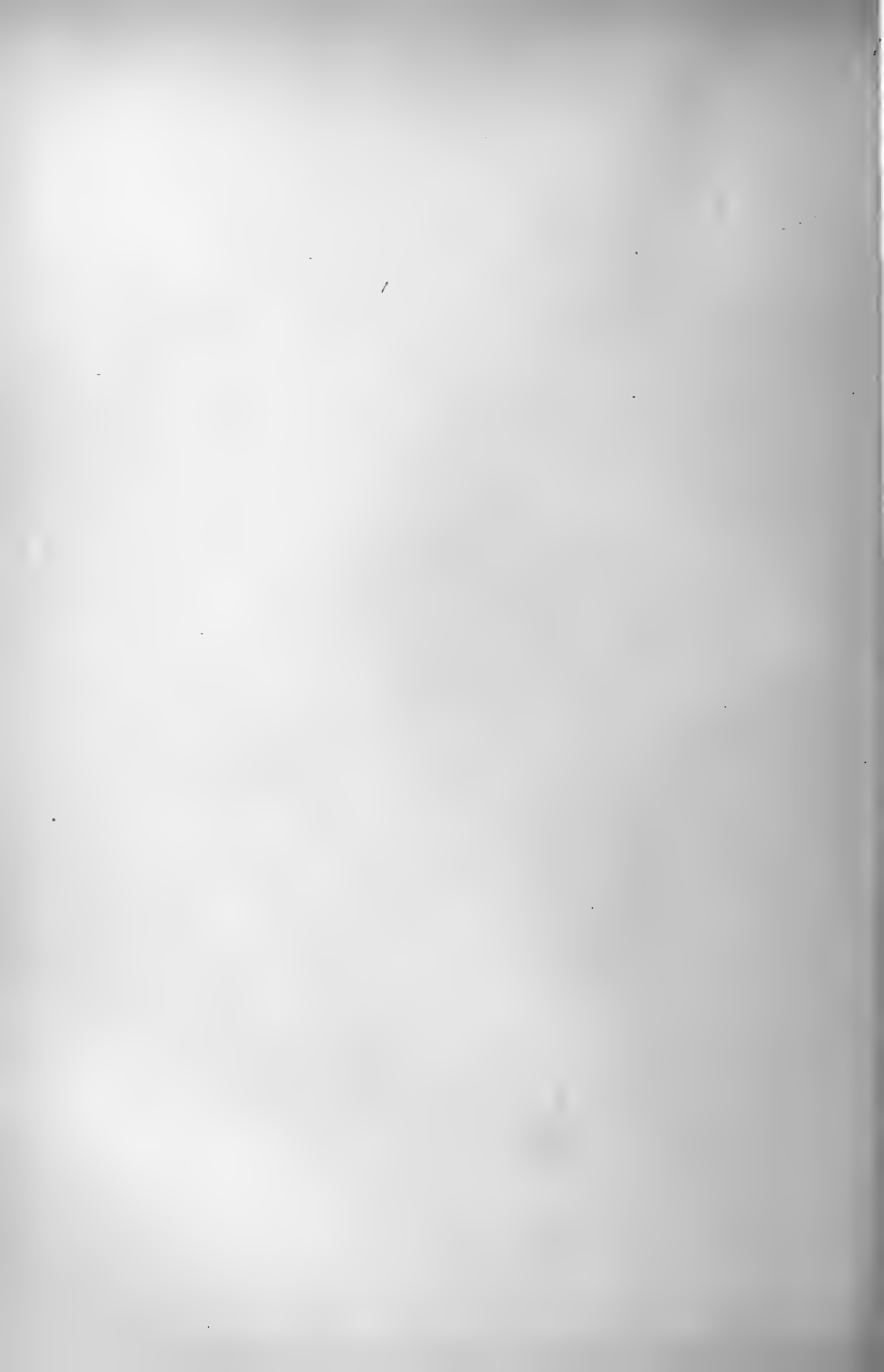
75. Dies ist dafür die Vermögensbuße, dies ist dafür die Leibesstrafe, das soll er dafür eingedenk der begangnen Handlungen noch leisten.

76. Wenn er es leistet, so wird er das Leben der Rechtschaffnen (das Paradies) ernten[1]; wenn er es nicht leistet, so wird er das Leben der Gottlosen (die Hölle) ernten, das in Finsternis bestehende, aus Finsternis entsprungene, finstere.«

[1] Nach der Pehl.-Übersetzung: 'er sammelt für die beste Welt der Rechtschaffnen'. Die guten Werke usw. bilden nach Hād. Nask 2, 33 die Staffeln zum Paradies.

Ausgegeben am 16. April.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.



SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

XX. XXI.

16. April 1903.

BERLIN 1903.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«.

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav regelmässig **Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung.** Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten.

§ 6.

1. Für die Aufnahme einer wissenschaftlichen Mittheilung in die Sitzungsberichte gelten neben § 41, 2 der Statuten und § 28 dieses Reglements die folgenden besonderen Bestimmungen.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammt-Akademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stöcke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

1. Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch nur auszugsweise oder **auch in** weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden.

2. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies nach den geltenden Rechtsregeln zusteht, so bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammt-Akademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

5. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 11.

1. Der Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Kopf der Sitzungsberichte mit Jahreszahl, Stücknummer, Tag und Kategorie der Sitzung, darunter der Titel der Mittheilung und der Name des Verfassers stehen.

2. Bei Mittheilungen, die mit dem Kopf der Sitzungsberichte und einem angemessenen Titel nicht über zwei Seiten füllen, fällt in der Regel der Umschlag fort.

3. Einem Verfasser, welcher Mitglied der Akademie ist, steht es frei, auf Kosten der Akademie weitere gleiche Sonderabdrücke bis zur Zahl von noch hundert, und auf seine Kosten noch weitere bis zur Zahl von zweihundert (im ganzen also 350) zu unentgeltlicher Vertheilung abziehen zu lassen, sofern er diess rechtzeitig dem redigirenden Secretar angezeigt hat; wünscht er auf seine Kosten noch mehr Abdrücke zur Vertheilung zu erhalten, so bedarf es der Genehmigung der Gesammt-Akademie oder der betreffenden Classe. Nichtmitglieder erhalten 50 Freiexemplare und dürfen nach rechtzeitiger Anzeige bei dem redigirenden Secretar weitere 200 Exemplare auf ihre Kosten abziehen lassen.

§ 28.

1. Jede zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Wenn schriftliche Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder direct bei der Akademie oder bei einer der Classen eingehen, so hat sie der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

[Aus Stat. § 41, 2. — Für die Aufnahme bedarf es einer ausdrücklichen Genehmigung der Akademie oder einer der Classen. Ein darauf gerichteter Antrag kann, sobald das Manuscript druckfertig vorliegt, gestellt und sogleich zur Abstimmung gebracht werden.]

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte, jedoch nicht für die darin aufgenommenen kurzen Inhaltsangaben der gelesenen Abhandlungen verantwortlich. **Für diese wie für alle übrigen Theile der Sitzungsberichte sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.**

Die Akademie versendet ihre »Sitzungsberichte« an diejenigen Stellen, mit denen sie im Schriftverkehr steht, wofern nicht im besonderen Falle anderes vereinbart wird, jährlich drei Mal, nämlich:

die Stücke von Januar bis April in der ersten Hälfte des Monats Mai,

die Stücke von Mai bis Juli in der ersten Hälfte des Monats August,

die Stücke von October bis December zu Anfang des nächsten Jahres nach Fertigstellung des Registers.

1903.
XX.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

---

16. April. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

---

*1. Hr. O. Hertwig las über neuere Ergebnisse der Keimblattlehre.

Die besprochenen Ergebnisse sind herbeigeführt durch Untersuchungen, die in den letzten Jahren bei den verschiedenen Classen der Wirbelthiere vom Vortragenden und anderen Forschern angestellt worden sind. Bei der Entwickelung des innern und des mittlern Keimblattes erörterte der Vortragende die Berechtigung der Gastraea- und Coelomtheorie; zuletzt gieng er noch auf die Rolle ein, welche der Urmund bei der ersten Anlage der Rückenorgane des Embryos und bei seinem Längenwachsthum spielt.

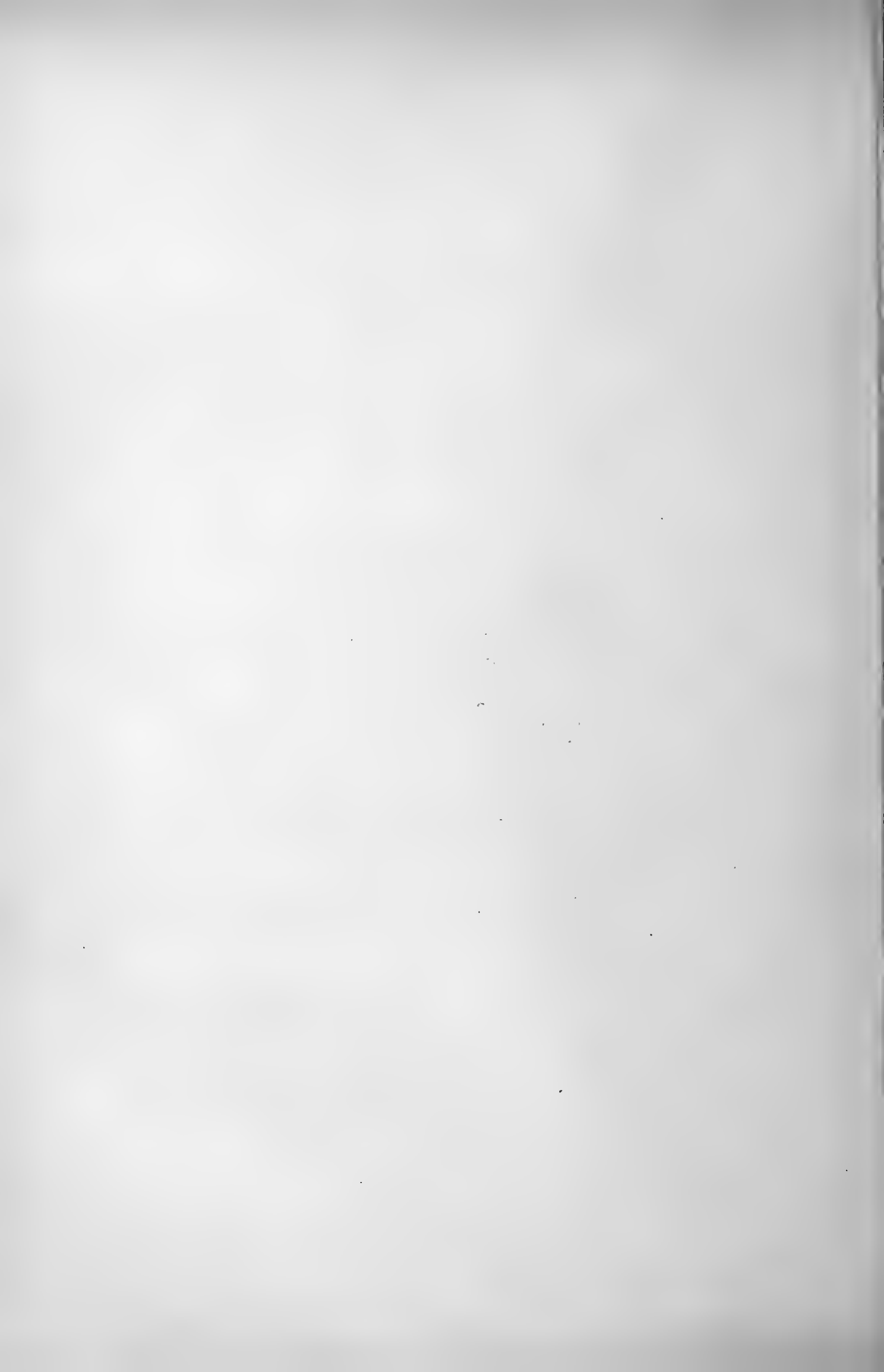
2. Hr. Frobenius legte eine Arbeit vor: Theorie der hypercomplexen Grössen. (Ersch. später.)

Ein System hypercomplexer Grössen wird ein Dedekind'sches genannt, wenn seine parastrophe Determinante für die Spur der charakteristischen Determinante von Null verschieden ist. Der Exponent der in der letzteren Determinante enthaltenen Potenz einer Primfunction ist dem Grade der Function gleich. Jedes solche System zerfällt in so viele einfache Systeme, als seine Determinante verschiedene Primfactoren enthält. Jedes System hypercomplexer Grössen ist einem Dedekind'schen homomorph, dessen Determinante durch jeden Primfactor der Determinante des gegebenen Systems theilbar ist.

3. Hr. Warburg überreichte eine Mittheilung des Hrn. Prof. E. Cohn in Strassburg: Metalloptik und Maxwell'sche Theorie. (Ersch. später.)

Die Versuche der HH. Hagen und Rubens über das Reflexionsvermögen der Metalle für Wärmestrahlen werden auf Grund von Gleichungen, welche der Verfasser in seinem Werk über das elektromagnetische Feld abgeleitet hat, erklärt und discutirt.

Ausgegeben am 23. April.



1903.
XXI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

16. April. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Vahlen.

Hr. von Wilamowitz-Moellendorff las: Drei Schlussscenen griechischer Dramen.

1. Der Schluss der Sieben des Aischylos. Zusatz eines Bearbeiters ist nicht nur die letzte Scene, sondern auch die Einführung der Schwestern, V. 861—873, wie Bergk gesehen hat; dagegen rührt der jetzt den Schwestern zugetheilte Wechselgesang von dem Dichter her, war aber für die Halbchöre bestimmt. 2. Der Schluss der Ekklesiazusen des Aristophanes. Die Verse 1154—1162 sind vom Dichter in letzter Stunde zugesetzt; vorgetragen ward dies sammt seiner Umgebung nicht vom Chore, sondern von der Dienerin, so dass das Bravourstück eines Solisten die Schalheit der Handlung verdeckte.

Drei Schlussscenen griechischer Dramen. (I. II.)

Von Ulrich von Wilamowitz-Moellendorff.

1.

Der Schluss der Sieben des Aischylos.

Als bekannt ward, dass die Sieben des Aischylos das letzte Stück einer Trilogie gewesen sind, hat es nicht an solchen gefehlt, die die letzte Scene als fremden Zusatz bezeichnet haben; aber die Abgrenzung ist verschieden ausgefallen und die vorwaltende Meinung hat sich an das Überlieferte gehalten. Heutzutage, wo eine reactionäre Gläubigkeit gegenüber jeder wirklichen oder angeblichen Überlieferung grassirt, ist es vollends unmodern, die Athetese zu vertreten. Darum lege ich vor, was mich erneute Durcharbeitung des Textes gelehrt hat; ich habe erkannt, dass es mit der Absonderung der letzten Scene und der Annahme einer Kürzung der letztvorhergehenden Chorpartie nicht abgethan ist[1]; so bin ich der Ansicht Bergk's[2] nahe gekommen, der den ganzen Wechselgesang der Schwestern und die Anapäste, welche diese einführen (V. 861—873), verworfen hat; ganz richtig ist aber auch dies nicht.

Ich halte mich allerdings dessen überhoben, aus der Dramaturgie der Sieben und der Entwickelung der Sage nachzuweisen, dass für diese Stelle eine Debatte über die Bestattung des Polyneikes unmöglich ist. Das ist von Peter Corssen in einer auch sonst sehr wertvollen Monographie geschehen.[3] Man kann hier lernen, wie sehr ein grosser Dichter die Nachwelt im Banne hält. Wer die Sieben, wie sie uns vorliegen und, die Corruptelen abgerechnet, den Alexandrinern vorlagen, allein vornimmt, kann gar nicht erkennen, welche Schwester den Polyneikes begraben will. Wer Antigone nennt, tut das, weil diese das notorisch gewesen wäre. Ohne Zweifel hat der Verfasser

[1] So hatte ich früher geurtheilt, in meinen Choephoren S. 187.
[2] Gr. Litteraturgeschichte III. 302—305.
[3] Die Antigone des Sophokles S. 29—35.

des Schlusses das auch gedacht; aber doch nur darum, weil ihm wie uns die Antigone des Sophokles und die Phönissen des Euripides vorlagen; dass er auch stilistisch von den letzteren abhängt, hat Corssen erwiesen. Die nachgiebige Schwester kommt überhaupt nicht zu Worte, was zunächst nur eine Unschicklichkeit heissen mag, denn vorher war ein Gegensatz beider gar nicht bezeichnet; sie hatten überhaupt keinen individuellen Charakter. Sieht man genauer zu, so ergiebt sich ein Anstoss, der freilich weiter wirkt und gegen die Einführung der Schwestern überhaupt in's Gewicht fällt. Ismene, die Eponyme des thebanischen Hauptflusses, ist eine viel vornehmere bodenständige Heroine als Antigone;[1] daher kam sie auch in der alten, doch wohl schon epischen Sage vor, als Geliebte des Hauptverteidigers von Theben, der dort ja nicht Eteokles, sondern der Poseidonsohn Periklymenos war.[2] Aber sie fand ihren Tod durch Tydeus vor dem Sturme der Sieben. Gewiss konnte Aischylos diese Geschichte ignoriren, so gut das Sophokles getan hat, der eine Folie für seine Antigone brauchte; aber er, der so nahe sich an die epische Vorlage hält, dass man eine Anzahl Züge ohne Schwanken in diese hinüberführen darf[3], hätte ohne Frage Vorsorge getragen, wenn er sich diese Neuerung erlauben wollte. Für

---

[1] ἀντιγόνη ἀντιγένης und ähnliche Namen bezeichnen, dass das so benannte Kind den Eltern ein Ersatz war, man denkt am ehesten für ein kürzlich verlornes. So hat die schwesterlichste der Seelen, die Sophokles auch als die töchterlichste einführt, doch wohl geheissen, weil sie den Ihren Ersatz für verlorne Treue und Liebe war: ich habe lange die Ansicht gehegt, die Corssen vertritt, dass erst Sophokles die Heldenthat Antigones erfunden hätte; aber wie der Boden Thebens (Herm. 26, 231), so hat mich der Name dazu bekehrt, den Stoff des sophokleischen Dramas für einen Nebenspross der Sage zu halten, thebanischen Ursprungs.

[2] Wenn Mimnermos mit der bildlichen Tradition und Pherekydes stimmt, so garantirt das die Geschichte für das Epos. Dass die Grammatiker es nicht direct eingesehen haben, ist schade; aber gerade die Epen dieses Kreises, so populär in der alten Zeit, sind früh durch kurze Prosabearbeitungen ersetzt. Dass Ion beide Schwestern den Fall Thebens überleben liess, aber durch den Sohn und Bluträcher des Eteokles den Tod finden, also wohl weil sie zu Polyneikes gehalten hatten, ist schwerlich von Sophokles angeregt.

[3] Dahin rechne ich, dass 49 die Argeier an den Wagen des Adrastos Angedenken für ihre Lieben anbinden: sie wussten, dass das göttliche Ross Arion sicher heimkehren würde. Adrastos kommt sonst gar nicht vor. Spiro (de Eur. Phoen. 20) hat die Verse beanstandet: der Anschluss an eine Vorlage rechtfertigt sie. Dann wären die Charakteristiken der Sieben unberechtigt, wenn nicht für die Athener dies bekannte Figuren gewesen wären; die Schildzeichen erfindet Aischylos. In dieser Scene wird das Beste epischer Herkunft sein, z. B. hat Bethe aus der Art, wie von dem Sparten Megareus geredet wird (477), mit Recht geschlossen, dass ihm bestimmt war, in der Schlacht zu fallen. Dass zwischen Hippomedon und Hyperbios eine Privatfeindschaft besteht (509), muss eine Beziehung haben, die uns entgeht. Parthenopaios schwört bei seiner Lanze (529), die er höher als einen Gott verehrt. Das wird als Gottlosigkeit angesehen, die es bei Alexandros von Pherai, Plut. Pelop. 29, wirklich war: offenbar ist das Kritik des Epos, dem dieser Schwur so natürlich war wie der des Agamemnon bei seinem Scepter.

den Nachdichter ist Ismene nicht bloss vorhanden, sondern sie ist die Nebenfigur des Sophokles. Euripides hat sie in den Phoenissen wieder übergangen.[1] Greller tritt die Unbedachtsamkeit des Nachdichters darin hervor, dass er im Banne der sophokleischen Erfindung die Antigone in Aussicht stellen lässt, sie würde die Erde zur Bestattung des Polyneikes im Bausche ihres Gewandes heranholen (1039). Die Leiche liegt aufgebahrt in der Stadt; die interimistische demokratische Regierung Thebens (die mit der königlichen Machtvollkommenheit des Eteokles, wie sie im ersten Teile sich zeigt, übel contrastirt) hat den verurteilenden Beschluss zu spät gefasst. Sie hat auch nur einen Herold geschickt, den keine Schergen begleiten, die der Antigone entgegentreten könnten. Der Chor nimmt ihre Partei, und die Bestattung vollzieht sich ohne Mühe, ja es wird angedeutet, das wankelmütige Volk würde sich umstimmen lassen (1070): wie sollte hier Antigone mit dem rechnen, was in der sophokleischen Antigone gegenüber der Macht Kreons und der Schwäche der Untertanen berechtigt ist.

Doch wichtiger ist, dass Aischylos überhaupt gar keine überlebenden Kinder des Oidipus angenommen haben kann. Die beiden Söhne des Oidipus sind kinderlos gefallen: τοὺϲ μογεροὺϲ καὶ δυϲδαίμοναϲ ἀτέκνουϲ κλαύϲω πολεμάρχουϲ, V. 827. Wer das sagt, eliminirt kühner Hand die Descendenz des Polyneikes von seiner Argeia, eliminirt Laodamas, den Vertheidiger Thebens im Epigonenkriege. Wie sollte er eine andere Descendenz der blutschänderischen Ehe die Brüder überleben lassen? Der Chor beklagt die Mutter, die dem Sohne dieses Paar geboren hat, das nun durch Wechselmord gefallen ist νείκεοϲ ἐν τελευτᾶι (927—931); δυοῖν κρατήϲαϲ ἔληξε δαίμων (960): wie soll das gesagt werden, wenn Antigone dabei steht, ihr Geschick sich am Horizonte zeigen soll? Was Oidipus gezeugt hat, ist eine ῥίζα αἱματόεϲϲα (V. 755): sind die Mädchen das auch, so können sie nicht gedeihen; sollen sie zu Grunde gehen, so ist der Dämon noch nicht am Ende. Man muss diesem Gedanken folgend die Frage aufwerfen, wie Aischylos zu dem Epigonenzuge sich gestellt habe. Sein ganzes Drama hat zwei ganz disharmonische Grundmotive. Das eine ist die Oidipodie, die delphische exemplificatorische Geschichte von dem Ungehorsam des Laios, dem Fluche des Oidipus, dem Untergange der sündigen Brut. Das hat mit dem Wechselmorde der Brüder sein Ende. Das andere ist die siegreiche Verteidigung Thebens gegen die Argeier, der Untergang der Sieben. Diesem hat das Drama nicht nur den Namen verdankt, sondern auch den Erfolg; um des ersten Teiles willen hat

---

[1] In seiner Antigone hatte er sie eingeführt, wenn die bekannte Vase ein Zeugniss für ihn ist.

es Gorgias ἄρεωϲ μεϲτόν genannt. Hier ist Eteokles der hochherzige Retter des Vaterlandes, der untadelige Held. Kein Schatten fällt auf ihn; was uns entzückt, ist das zu typischer Wahrheit gesteigerte kriegerische Bild der siegreichen Vertheidigung einer berannten Stadt. Nur in einer kurzen Scene, da Eteokles sich entschliesst, dem Bruder entgegenzutreten, ist ein wahrhaft dramatisches Leben. Indem er abgeht, verschwindet jenes kriegerische, epische Motiv, verschwinden die Sieben: der Epilog der Oidipustrilogie beginnt, eine lange lyrische Partie, nur durch den knappsten Botenbericht unterbrochen, der von der Entscheidungsschlacht kein Wort sagt. Ich kann das nicht loben[1]; ich würde mich aber auch darein finden, wenn in die Zukunft Thebens kein Wort deutete. Dazu war die Sage indessen doch zu mächtig, die Epigonen und der endliche Fall Thebens den Athenern zu sehr eine historische Tatsache. So hat der Dichter ein paar Andeutungen düsteren Klanges über die Zukunft der Stadt eingelegt. V. 895 hat der Chor gesagt: »Du sprichst von einem Schlage, der durch die Leiber und durch die Familie geführt ist, mit stummer Gewalt und mit dem Verhängniss des väterlichen Fluches, das nicht zwiespältig gesonnen war« (d. h. beide Söhne gleichermaassen traf).[2] Darauf erwidert der andere Halbchor: »Auch durch die Stadt dringt das Stöhnen; das Gefilde, das seine Männer liebt, stöhnt. Es bleibt den Nachkommen das Erbe, durch welches den Unseligen Streit und Tod kam.«[3] Also Thebens Stadt und Gebiet stöhnt jetzt, denn den Nachkommen (ἐπίγονοι heissen sie geradezu) bleibt das Erbe, das den Brüdern den Tod gebracht hat: das ist der Fluch. Nehmen wir hinzu, was gleich nach der Kunde von dem Siege der Chor gesagt hat V. 840: »Der Fluch des Vaters hat das Seine getan; der ungehorsame Entschluss des Laios hat bis zu Ende fortgewirkt. Ich sorge mich um die Stadt: Orakel werden nicht stumpf.«[4] Es gab also Orakel, die auch nach

---

[1] Aischylos machte es aber so aus einem ganz zutreffenden Grunde: er hatte wenige Jahre früher in der Trilogie, zu der die Eleusinier gehörten, diesen Stoff erschöpfend behandelt. Herm. 26, 227. Griech. Trag. I, 191.

[2] 895. διανταίαν λέγειϲ δόμοιϲι καὶ ϲώμαϲιν πεπληγμέναν ἀναυδάτωι μένει⟨τ'⟩ ἀραίωι τ' ἐκ πατρὸϲ ⟨οὐ⟩ διχόφρονι πότμωι. Von den Ergänzungen hat die erste Elmsley eingefügt, die zweite Wecklein. πεπληγμένην hat die Nebenüberlieferung erhalten; πεπληγμένοιϲ M. ἀναύδητοϲ ist nicht ἀλάλητοϲ, wie der Scholiast will, sondern ἄναυδοϲ: den Fluch hat der Vater gesprochen, das ist der Befehl; die ausführende Gewalttat ist stumm. Die Brüder haben schweigend ihren Auftrag erfüllt.

[3] 900. διήκει δε καὶ πόλιν ϲτόνοϲ ... ϲτένει πέδον φίλανδρον· μένει κτέανά γ' ἐπιγόνοιϲ, δι' ὧν αἰνομόροιϲ, δι' ὧν νεῖκοϲ ἔβα καὶ θανάτου τέλοϲ. Wie man μενεῖ und κτέανά τ' dulden kann, ist mir unfassbar. διά mit dem Genetiv zeigt, dass die κτέανα das Mittel waren, das zu Streit und Tod führte. Das ist eben das, was als Besitz bleibt, der Fluch.

[4] 840. ἐξέπραξεν οὐδ' ἀπεῖπε πατρόθεν εὐκταία φάτιϲ (d. i. ὅϲα ὁ πατὴρ δι' εὐχῆϲ εἶπε) βουλαὶ δ' ἄπιϲτοι Λαΐου διήρκεϲαν, μέριμνα δ' ἀμφὶ πτόλιν· θέϲφατ' οὐκ ἀμβλύνεται.

dem Tode der Brüder und der Vertreibung der Argeier zu fürchten waren. Endlich eine dritte Stelle in dem grossen Liede, dem wir jetzt das Wichtigste über die Vorgeschichte entnehmen, die in den ersten beiden Tragödien der Trilogie behandelt war, V. 746. »Apollon hatte dem Laios dreimal gesagt, er würde seine Stadt retten, wenn er ohne Nachkommenschaft stürbe (θνάισκοντα γέννας ἄτερ σώιζειν πόλιν).« Es ergiebt sich, dass ein Spruch des delphischen Gottes vorlag, nach dem das Glück Thebens an dem Aussterben des Labdakidenhauses unter Laios hing. Dem hatte er den Glauben versagt; das hatte einerseits das Unheil seiner Descendenten zur Folge: das ist nun zu Ende, da die Brüder kinderlos gestorben sind; aber Theben steht noch, ihm drohen also jene Wahrsagungen. Es ist unabweisbar, dass in diesen Andeutungen einmal der Fortgang der epischen Geschichte in die sonst auf den Geschlechtsfluch concentrirte Handlung hineinspielt, andererseits in dem ersten Drama Laios ein Orakel erhalten hatte, das die Geschicke Thebens in's Auge fasste, den Fall der Stadt im Epigonenkriege.[1] Die Neigung, epische Orakel in das Epos zu setzen, mag sich hierdurch bestärkt fühlen: ich bleibe dabei, die λαΐου χρησμοί als Vorlage der Tragiker anzunehmen.[2] Die Unmöglichkeit, dem Aischylos die Einführung der Schwestern zuzutrauen, wird sich immer mehr aufdrängen, je reiflicher man seine ganze Sagengestaltung überdenkt. Die Concentrirung des Interesses durch Aussonderung des Entbehrlichen ist das wirksamste Mittel der echten Dramatik. Die sieben Redepaare sind eben deshalb zu episch, weil sie das Interesse zersplittern; euripideische Schlussstücke, Hiketiden,

---

Die βουλαὶ ἄπιστοι, der auf Unglauben (μὴ πείθεσθαι τῶι θεῶι) gegründete Entschluss des Laios, ist dasselbe, was 750 δυσβουλίαι heisst.

[1] Wir wissen direct vom Laios nur, dass darin das Aussetzen eines Kindes in einem Topfe vorkam; in einem solchen findet man ja nicht selten Kinderleichen beigesetzt. Daraus folgt, dass die Handlung mindestens nicht die verbotene Zeugung war, bei der das Lied Sieb. 750 verweilt. Heiberg hat damit sinnreich combinirt, dass Aischylos bei Aristophanes (Frösche 1190) von der Aussetzung des Oidipus ähnlich redet; Wesentliches wird damit nicht gewonnen. Nun hat Reitzenstein aus dem Et. gen. das Zeugniss angezogen, dass im Laios die Sitte vorkam, dass der Mörder das Blut seines Opfers kostet und ausspeit (Ind. lect. Rostock 90/91, S. 4). Danach ist wahrscheinlich, dass der Tod des Laios, aber ohne Entdeckung des Mörders, im Laios stand. Aus dem Oidipus haben wir nur den Rest einer Erzählung eben dieser Tat, die auf dem Wege nach den Kithairon stattfand. Die Handlung war also der des sophokleischen Tyrannos parallel. Mehr wüsste ich nicht zu sagen. Die Schuld des Laios, die Knabenliebe, hat nicht erst Aischylos beseitigt: sie verletzte die Hera des Kithairon. Hier regierte der delphische Gott, der die Knabenliebe nicht verworfen hat; seine Religion setzt vielmehr die Gesellschaft voraus, in der sie galt, und so heiligt sie in Thera der Karneios.

[2] Herm. 34, 76.

Troerinnen, Phoenissen stellen einzelne wirksame Bilder vor einen grossen epischen Hintergrund: sie werden ἐπεισοδιώδεις.

Bergk, dessen Verdienst es ist, die Schwestern zuerst eliminirt zu haben, hat den Schluss des Dramas bereits 960 angesetzt. Da ist das Grablied zu Ende, das der Chor selbst 836, bevor er es anstimmte, in Aussicht gestellt hatte. »Das Tropaion der Ate steht dort, wo sie am Tore fielen: der Dämon hat sein Ende.« Gewiss, ein Abschluss ist das, aber der eines Liedes, nicht einer alten Tragödie. Diese fordert, dass die Leichen, die auf die Bühne gebracht worden sind, abgeführt werden, dass auch der Chor nicht mit einem Standliede aufhört. Es fällt doch kein Vorhang. Ohne Frage musste die Procession, der Leichenzug unter Gesang die Bühne, d. h. die Orchestra, verlassen. Bergk's Ansicht ist also nur mit der Modification denkbar, dass der Nachdichter diese Exodos beseitigt hätte. Unsere handschriftliche Überlieferung hat die Schwestern schon früher eingeführt[1]; aber dass das irrig ist, braucht nicht von Neuem dargelegt zu werden. Die Personenbezeichnungen haben ja überhaupt kein Gewicht. Wohl aber geben die Scholien das Folgende ausdrücklich den Schwestern; nur den Refrain des Strophenpaares dem Chore.[2] Und eine Stelle des Textes führt sie, wie sie überliefert ist und von dem Scholion vorausgesetzt wird, unzweideutig ein. V. 975 ἀχέων τοίων τάδ' ἐγγύθεν[3] und πέλας δ' αἵδ' ἀδελφαὶ ἀδελφεῶν[4], mit den Scholien τοῖς πάθεσιν ἀγχιστεύουσαι und ἐγγὺς δὲ τῶν κακῶν καὶ ἡμεῖς αἱ ἀδελφαί ἐσμεν ὧν καὶ οἱ ἀδελφοί. Nur zeigt schon die metrisch unmögliche Form des zweiten, die Sinnlosigkeit des ersten Verses, dass darauf kein Verlass ist. Die Antistrophe, die in Sinn und Vers bis zum Äussersten entstellt ist, kann nichts helfen.[5] Aber, wie auch die unzulänglichen modernen Versuche der Verbesserung zeigen, ist nicht glaublich, dass hier etwas Anderes gesagt war, als was das ganze Chor-

---

[1] Ἰσμήνη steht vor 934, Ἀντιγόνη vor 946.

[2] Schol. 987 ταῦτα λέγει ὡς βαρέως φέρων.

[3] Die Überlieferung ist ganz unsicher; in M steht ein Scholion ἀχέω ἤγουν θρηνῶ, was auf ἀχέω ἐγγύθεν führt; das ist schwerlich mehr als eine verfehlte Verbesserung. Statt ἀχέων hat die Nebenüberlieferung γόων; das möchte man eher mit dem unerträglichen τοίων gleichsetzen. Vielleicht hilft hier eine glückliche Divination; ich habe unten ein Surrogat eingesetzt.

[4] Das ist πέλας δ' ἀδελφαὶ ἀδελφεῶν; δαιδ ist Dittographie. Die Synizese αι und α und die Form ἀδελφεός sind für Aischylos unmöglich (576 ist notorisch corrupt); für ihn höchst passend wäre, was man daraus leicht gewinnt πέλας δ' ἀδελφ(ὰ) ἀδελφῶν, was dann für die Zeile vorher ein Nomen wie ἄχεα fordert. Die katalektische iambische Reihe ist nicht anstössig, vergl. 965. 1001. Dagegen richtet die Metrik alle die Herstellungsversuche, die von der Antistrophe ausgehen hier Daktylen oder Glykoneen eingeschwärzt haben.

[5] δύστονα κήδε' ὁμώνυμα: Eine Homonymie ist gar nicht auszudenken. δίυγρα τριπάλτων πημάτων: was wäre hier 'durchfeuchtet?' was 'dreifach geschleudert?' Die alten und die byzantinischen Scholien raten hülflos. Hülflos bin ich auch.

lied füllt, dass Leid neben Leid lag, d. h. Leiche neben Leiche, Bruderleid neben Bruderleid. Das verwandtschaftliche Verhältniss ging nur Eteokles und Polyneikes an. Ich bin ausser Stande, das zuverlässig zu verbessern, zumal ich nicht zu entscheiden wage, was etwa der Überarbeiter hineingebracht hat, der doch gar keine Veranlassung hatte, den Aischylos zu respectiren. Denn dass er diese Partien auf die Personen so verteilt hat, wie sie die Scholien lasen, steht auch für mich ausser Frage. Aber ich behaupte, dass Aischylos dieses gedichtet hat, damit es eben die Halbchöre (oder Halbchorführer) vortrügen, die er auch in dem Threnos eingeführt hatte. Ich setze daher diese ganze Partie her, indem ich einfach die Paragraphos den Personenwechsel bezeichnen lasse; der Leser kann sich selbst prüfen, ob er diese Verse anderen Sängern zutrauen solle, als das Lied vorher.

961	— παιϲθεὶϲ ἔπαιϲαϲ.	— ϲὺ δ' ἔθανεϲ κατακτανών.
	— δορὶ δ' ἔκανεϲ.	— δορὶ δ' ἔθανεϲ·
963	— μελεοπόνοϲ	— μελεοπαθήϲ
965	— πρόκειϲαι.	— κατέκταϲ.
964	— ἴτω γόοϲ	— ἴτω δάκρυ.[1]

Metrisch sehen wir einen durch Personenwechsel gebrochenen iambischen Trimeter. Das hat kein Bedenken; in dem Liede vorher steht so 889 τετυμμένοι δῆθ' — ὁμοϲπλάγχνων τε πλευρωμάτων. Dann folgen lauter Monometer, ein Paar katalektisch. Gesungen wird Alles an den Leichen, die angeredet werden: offenbar begeben sich die Halbchöre nach Vollendung des eigentlichen Threnos an die Bahren; bei dieser Bewegung, die keine Responsion vertrug, singen sie die wenigen Worte, die nur im Parallelismus ausführen »da liegst du, der gemordet hat und gemordet ist. Nun nehme die Klage ihren Verlauf«: das Letzte leitet die folgende Strophe ein. Ich bringe sie so zum Abdruck, dass ich die respondirenden Zeilen neben einander drucke: der Parallelismus wird so sinnfällig, was für die Kritik nötig ist.

---

[1] Die Umstellung ist von Hartung, κατέκταϲ für κατακτάϲ von Heimsöth bereits vorgeschlagen, μελεοπόνοϲ in seiner activen Bedeutung von Weil erkannt und danach accentuirt.

— ἐὴ ἐή, μαίνεται γόοιϲι φρήν.[1]
— ἐντὸϲ δὲ καρδία ϲτένει·
— ἰὼ ἰὼ πανδάκρυτε [ϲύ].[2]
— ϲὺ δ' αὖτε καὶ πανάθλιε.
— ἔφθιϲο πρὸϲ φίλου.[3]
970 — καὶ φίλον ἔκτανεϲ.
— διπλᾶ λέγειν.
— διπλᾶ δ' ὁρᾶν.
— ἄχε' ἀχέων τάδ' ἐγγύθεν.
— πέλαϲ δ' ἀδέλφ' ἀδελφῶν.
975 — ὦ μοῖρα βαρυδότειρα μογε-[4]
ρά πότνιά τ' Οἰδίπου ϲκιά,
μέλαιν' Ἐρινὺϲ ὡϲ μεγα-[5]
ϲθενήϲ τιϲ εἶ.

— ἐὴ ἐή, δυϲθέατα πήματα
— ἔδειξεν ἐκ φυγᾶϲ ἐμοί.[6]
980 — ὡϲ ἵκεθ', ὡϲ κατέκτανεν[7]
— ϲωθεὶϲ δὲ πνεῦμ' ἀπώλεϲεν
— ὤλεϲε δῆτα ⟨ὅδε⟩[8]
983 — καὶ τὸν ἐνόϲφιϲεν.[9]
994 — ὀλοὰ λέγειν
— ὀλοὰ δ' ὁρᾶν[10]
985 — δύϲτονα κήδε' ὁμώνυμα
— δίυγρα τριπάλτων πημάτων
— ὦ μοῖρα βαρυδότειρα μογε-
ρὰ πότνιά τ' Οἰδίπου ϲκιά,
μέλαιν' Ἐρινὺϲ ὡϲ μεγα-
ϲθενήϲ τιϲ εἶ.

Metrisch sind auch dieses Iamben, zu denen nur, wie in dem Threnos vorher, zwei dochmische Monometer treten (V. 969. 70). Die

---

[1] ἠὲ ἠέ hier und 978; die Form, die das Versmaass fordert, von Dindorf hergestellt.

[2] πανδάκρυτε zeigt die anomale Kürzung des υ; ich habe sie übersehen, als ich diese Erscheinung zu Eur. Her. 426 besprach, wo ich noch Alles normalisirte; hier ist die Überlieferung so schlecht, dass man πανδάκρυε setzen darf, wenn man's sonst überall tut. Jedenfalls ist πάνδυρτε, δακρυτέ u. dergl. Interpolation. Das Pronomen ist offenbar Zusatz: nicht die Personen werden unterschieden, sondern die für beide zutreffenden Prädicate.

[3] πρὸϲ φίλου γ' ἔφθιϲο, wo man, um nicht den Hiat zu erzeugen, bei der Streichung von γ' nicht bleiben darf.

[4] ὦ verlangt das Versmaass; ἰώ ist hier allgemein überliefert; in der Antistrophe fehlt es in M.

[5] μέλαινά τ', verbess. von Porson. Die drei angeredeten Dämonen stehen nicht correlat; was der Chor constatiren will, ist die Gewalt des Höllenwesens, das hier tätig gewesen ist als Dienerin der Moira, als Vertreterin des persönlich ohnmächtigen Oidipus. Vor denen also sollte das constatirt werden, μεγαϲθενήϲ τίϲ ἐϲτι war intendirt: aber die Erinys ist so sehr präsent, dass sich die Aussage zur Anrede umbiegt.

[6] ἐδείξατ' überliefert; ἔδειξε δ' Hermann.

[7] οὐδ' ἵ. überliefert; entscheidend ist, dass ὡϲ mit dem Aorist einen Hauptsatz fordert; das führt auf das correlate ὡϲ, das seit Homer Ξ 294 beliebt ist.

[8] Ergänzt von Weil.

[9] τόν für τόνδ' Paley.

[10] Die zwei Verschen sind ausser an der Stelle, die ihre Zahl zeigt, auch vor dem Refrain der Antistrophe überliefert. Weist sie da die Responsion aus, so tut es später der Sinn, wie Hermann gesehen hat. Hierher zieht sie offenbar der Anklang an 972. Sie vertreiben die Worte, die in M lauten τάλαν γένοϲ — ταλάνα καὶ παθόν. Gerade παθόν ist durch ein Scholion gesichert; καί lässt ein guter Vertreter der Nebenüberlieferung aus. Der Hinweis auf das ganze Geschlecht, an sich gut, passt hier nicht her, weshalb man geändert hat; an seiner Stelle ist er da, wo jetzt ὀλοὰ — ὁρᾶν stört. Also waren die beiden Verse weggelassen, an den Rand gestellt, aber die Notizen über ihren Platz, vermutlich Zeichen, vertauscht; daneben blieb ὀλοὰ — ὁρᾶν am Rande und geriet von da zwischen die Verse hinein.

Strophe knüpft an die letzten Worte vorher an: Klagen und Tränen nehmen ihren Verlauf. In der Strophe klingt es so allgemein, dass man Polyneikes und Eteokles nicht scheiden kann. In der Antistrophe wird es etwas anders: dass dort der Chor in erster Person des Singulars redet, ist an sich ganz normal und geschah so in dem Threnos V. 920; aber was überliefert ist ἐδείξατ' ἐκ φυγᾶς ἐμοί, könnte nur, wie die Scholien auch tun[1], auf das Heer des Polyneikes bezogen werden, und darf das doch nicht, da wir nur die Brüder, die ja vor uns liegen, verstehen müssen, und ἐκ φυγᾶς geht doch nur den Verbannten an. Ich halte also mit Hermann die Herstellung des Singulars für notwendig, wegen des Folgenden nicht in der zweiten Person, obwohl das leichter wäre. Also sagt der erste Halbchor »schmerzliches Schauspiel«, wobei er keinen Satz anzufangen braucht, es ist Exclamation; aber der zweite nimmt es anders »zeigte er mir, da er aus der Verbannung heimkehrte«. Niemand kann verkennen, dass das auf Polyneikes zielt; aber der Schluss, dass es an dessen Bahre gesprochen wäre, darf nicht so scharf genommen werden, dass zwei Bahren oder auch nur eine Kennzeichnung der beiden Leichen statuirt würde: das träfe nur zu, wenn die letzte Scene des Dramas zugehörig wäre. Der erste Halbchor bekräftigt »So wie er kam, schlug er auch«; 2.: »und verlor sein Leben«; 1.: »ja der da verlor es«; 2.: »und tödtete diesen«. Gewiss, das unterscheidet die beiden; allein nicht mehr, als in der Tat liegt, deren Effect doch derselbe nach beiden Seiten ist. Und so lenkt es in die strenge Parallelisirung zurück. Von dem Refrain ist nicht anders zu urteilen, als der Scholiast tut: der gehört dem ganzen Chore. Nun das Letzte

990 — σύ τοί νιν οἶσθα διαπερῶν,
— σὺ δ' οὐδὲν ὕστερος μαθών,
— ἐπεὶ κατῆλθες ἐς πόλιν.
993 — δορός γε τῷδ' ἀντηρέτας·
984 — τάλαν γένος.
984b — ταλάνα παθόν.
995 — ἰὼ πόνος
— ἰὼ κακὰ
— δώμασι καὶ χθονί.
— καὶ τὸ πρόσω γ' ἐμοί.
— ἰὼ ἰὼ δυστόνων κακῶν ἄναξ Ἐτεόκλεις ἀρχαγέτα.

. . . .

[1] τοῦτο ὡς πρὸς Πολυνείκη ⟨καὶ τοὺς μετ' αὐτοῦ⟩· ἐκ τῆς φυγῆς ἐπανήκοντες ἐμοί τῇ ἐνταῦθα μεινάσῃ ἐδείξατε ὀδύνας. Die eingeklammerten Worte hat nur die Nebenüberlieferung erhalten: ein schlagender Beleg für ihre Unabhängigkeit von M.

1000 — ἰὼ πάντων πολυστονώτατοι.
— ἰὼ ⟨ἰώ⟩, δαιμονῶντες [ἐν] ἄται.
— ἰὼ ἰώ, ποῦ σφε θήσομεν χθονός;
— ἰὼ [ὅπου] τιμιώτατον,
ἰὼ ἰώ, πῆμα πατρὶ πάρευνον.[1]

Wieder dieselben Iamben, und zuerst ist auch die Responsion der einzelnen Rufe noch die gleiche »Du kennst sie (die ἐρινύς), denn du hast sie durchgemacht«, »du nicht minder«, »du, als du heimkehrtest«, »du, als du ihm gegenübertratest«. Mit dem glücklich zurückgewonnenen Distichon »Unselig Geschlecht«, »das Unseliges litt«, kommen wir zum Abschluss. »Qual und Unheil für die Familie und das Vaterland, und für uns, die Klagefrauen, auch. Du Eteokles warst der Urheber des Übels (da du den Bruder vertriebst). Du Polyneikes führtest die Feinde gegen das Vaterland (so etwas fehlt): ihr Leidvollen, Sündigen, wo sollen wir euch betten? Der würdigste Platz ist, dass das Leid (das Geschlechtsleid) beim Vater ruhe.« In allem dem ist wahrlich keine Hindeutung darauf, dass es Schwestern sagen: selbst wenn man ertrüge, dass sie von dem eignen Schicksale ganz schwiegen: dass sie mehr und anders als δώματα und πόλις betroffen sind, oder dass sie jetzt die δώματα bilden, müsste herauskommen. Ganz natürlich ist dagegen Alles, wenn der Chor, nachdem er das Grablied gesungen hat, an die Bahren herantritt, eben um zu dem notwendigen Geschäfte der Bestattung zu schreiten. Da fällt ihm die Aufgabe der Klagefrauen zu, daneben auch, da er das ganze Theben repräsentirt, die Anordnung der Bestattung. Es ist nur eben noch der Anfang der eigentlichen Exodos da, auch er nicht mehr unversehrt; denn hier musste der Nachdichter schneiden. Dass er nicht der Verfasser ist, erkennt man hinlänglich daran, dass diese verlorene Andeutung über das Ziel des Leichenzuges stehn geblieben ist. Einheitliche Erfindung würde besser in sich zusammenstimmen.

Ist so die Hauptsache erledigt, so bleibt die Consequenz, dass die Anapäste zu beseitigen sind, mit denen die Schwestern eingeführt werden. Ich hätte auch von ihnen ausgehen können, denn sie gerade weisen sich selbst als Zusatz aus. Überschauen wir den Text von dem Botenberichte ab. Der Bote hat das Ergebniss kurz zusammengefasst »Der Dämon zerstört das Geschlecht (lässt er etwa die Mädchen übrig?),

---

[1] 990 νιν Scholien und daraus in der Nebenüberlieferung, νυν Text von M. 984. 5: an ihrer Stelle steht, was als 994 überliefert ist, vergl. die Anmerkung dort. 998 κακῶν ἀρχαγέτα verbindet der Scholiast und bezeugt so die Worte, die wider jede Kritik vielfach verworfen sind, weil sie in M vom Corrector geschrieben sind. 1003 ὅπου ist eingeschwärzt, als zu der nächsten Zeile fälschlich die Paragraphos gesetzt war. Die richtige Verbindung hatte Westphal erkannt.

so ist Stoff zu Tränen und Freude. Die Stadt ist gerettet, die Brüder haben ihr Erbe nach des Vaters Wort mit dem Schwerte geteilt; jetzt werden sie, wie dieser ebenfalls vorgeschrieben hat, von dem Lande nur so viel erhalten, als ihr Leib bedeckt« (ist es denkbar, dass der eine das nicht erhalten soll?). Der Chorführer formulirt das seinerseits »Die Stadt ist gerettet, der königlichen Brüder Blut hat die Erde getrunken: Zeus und ihr anderen rettenden Götter, soll ich weinen oder mich freuen?«[1] Der Übergang von Iamben zu Anapästen ist wie Agam. 351. Dann beginnt der ganze Chor ein Lied; in der ersten Strophe steht ἔτευξα τύμβῳ μέλος θυιάς: das ist das Lied, das folgen soll. Aber kaum ist der Anfang gemacht, so erscheint der Leichenzug mit den Gefallenen, das Grablied wird unterbrochen. Hören wir das Strophenpaar:

τάδ' αὐτόδηλα, προὖπτος ἀγγέλου λόγος·
διπλαῖν μερίμναιν δίδυμ' ἄγαν ὁρῶ κακά,
850 αὐτόφονα δίμορα τέλεα τάδε πάθη· τί φῶ;
τί δ' ἄλλο γ' ἢ πόνοι δόμων ἐφέστιοι.
ἀλλὰ γόων ὦ φίλαι κατ' οὖρον

855 ἐρέσσετ' ἀμφὶ κρατὶ πόμπιμον χεροῖν
πίτυλον, ὃς αἰὲν δι' Ἀχέροντ' ἀμείβεται
τὰν ναύστολον μελάγκροκον θεωρίδα,
τὰν ἀστιβῆ 'πόλλωνι, τὰν ἀνάλιον
860 πάνδοκον εἰς ἀσφαλῆ τε χώραν.[2]

Diese Trimeter, von denen nur der letzte durch ein anaklastisches und ein verkürztes Metron differenzirt sind, heben sich schon metrisch von dem übrigen, freilich auch im wesentlichen iambischen Liede ab; auch dass die Construction aus der Strophe in die Antistrophe übergeht, nähert sie der gesprochenen Rede. Inhaltlich constatiren sie das Auftreten der Leichenträger, eindrucksvolle Action auf der Bühne

[1] Wenn man 820. 21 dem Boten lässt, so sind sie tautologisch; man hat sie daher verworfen. Im Munde des Chorführers haben sie Kraft und Sinn.

[2] Die Strophen sind schwer entstellt überliefert, aber ein grosser Teil der Verderbnisse ist sicher geheilt; bei Dindorf die Antistrophe ganz richtig; nur ἀσφαλῆ habe ich aus ἀφανῆ gewonnen. Wenn das Jenseits ausser der Dunkelheit zwei correlate Epitheta erhält, von denen das eine »allaufnehmend« ist, muss das zweite mit irgend einer Nuance sagen, dass es festhält. ἀσφαλής ist bei Pindar der Himmel oder ein Fundament, oft ein Turm, eine Stadt; wenn der Hades so heisst, ist er gedacht als κρησφύγετον oder Gefängniss; εἰς ἀσφάλειαν κατατίθεσθαι hat auch beide Nuancen. Von der ersten Strophe ist 850 bei Hermann richtig gestellt; überliefert δίμοιρα τέλεια τὰ πάθη. 849 hilft die Lesart erster Hand von M, die διπλαῖν μερίμναιν giebt; sonst steht der Nominativ. In ΔΙΔΥΜΑΝΟΡΕΑΚΑΚΑ ist ein Verbum des Wahrnehmens gefordert; das bietet sich leicht, ἄγαν δίδυμα sind die κακὰ, wie kurz vorher der δαίμων ἄγαν κοινός war, 812 (von Nauck hergestellt); ἄγαν ist Lieblingswort des Dichters.

begleiten sie, und dieser Anblick steigert die vorher sorgsam in Ruhe gehaltene Stimmung zu dem wilden Ausbruche, den aischyleische Todtenklagen an sich haben, entsprechend mehr den archaischen attischen Vasengemälden als der solonischen Vorschrift und der Mässigung, die die sepulcrale Kunst schon der Zeit des Parthenon zeigt. Auf diesen Befehl, die Häupter zu schlagen, folgt allein angemessen das Lied der Halbchöre: ἰὼ ἰὼ δύσφρονες φίλων ἄπιστοι καὶ κακῶν ἀτρύμονες δόμους πατρῴους ἑλόντες μέλεοι σὺν αἰχμᾶι. Darin wird das Facit aus der ganzen Leidensgeschichte des Laioshauses gezogen, es ist das rechte Complement zu dem Liede πέφρικα τὰν ὠλεσίοικον, das dem Botenberichte vorherging. ἔληξε δαίμων giebt den Abschluss. Der Chor geht an die Leichen heran: der Ort der Bestattung wird bestimmt, dann setzt sich der Leichenzug in Bewegung. Es kann nicht anders sein; Alles ist in einer allerdings noch sehr wenig dramatischen, aber für die alte Tragödie vollkommenen Harmonie, wohl merkt man in dem Überschwang des Gesanges, dass es der Schluss einer Trilogie ist. Der ideelle Schauplatz der alten Bühne macht sich auch fühlbar. Nicht nur dass kein Hintergrund da ist, auch die Götterbilder, die auf der Orchestra stehen (vermuthlich auf einer Erhöhung), sind vergessen.[1] Der Leichenzug kommt nach Theben herein, ein bestimmteres Ziel kann er nicht haben; dass er hält, geschieht nur, weil Aischylos ihn in Bewegung nicht vorführen, die Lieder nicht als Processionslieder gestalten kann. Der Schauplatz ist Theben, nichts Anderes. Der Chor hört zwar nicht auf weiblich zu sein, wie er es während der Belagerung sein musste und auch für die Todtenklage angemessen war; aber er ist keine individuelle Person; was er ausspricht, ist die Sympathie und die Moral, die der Dichter und die Zuschauer ebenso empfinden. Mehr als in irgend einem anderen Drama ist hier die Verwandtschaft mit der lyrisch-chorischen Poesie zu spüren.

Und wenn dieser so eindrucksvollen Schlichtheit der Darstellung gegenüber die Einführung der Schwestern überhaupt unzulässig erscheint, was soll man von den Anapästen sagen, die zwischen die zuletzt ausgeschriebene Strophe und den Threnos der Halbchöre sich eindrängen.

ἀλλὰ γὰρ ἥκουσ᾽ αἵδ᾽ ἐπὶ πρᾶγος
πικρὸν Ἀντιγόνη τ᾽ ἠδ᾽ Ἰσμήνη
θρῆνον ἀδελφῶν· οὐκ ἀμφιβόλως
οἶμαι σφ᾽ ἐρατῶν ἐκ βαθυκόλπων

[1] Der Chor hat diese Erhöhung erstiegen, als er antistrophisch zu singen beginnt, 95, und bleibt dort, bis Eteokles ihn 265 dazu bewegt, sich aus dem Bereiche der Bilder heraus zu bewegen. Die ἀγορὰ θεῶν ist ähnlich wie in den Hiketiden. An den wirklichen Markt der Kadmeia ist nicht gedacht.

865 στηθέων ἥσειν ἄλγος ἐπάξιον·
ἡμᾶς δὲ δίκη πρότερον φήμης
τὸν δυσκέλαδόν θ' ὕμνον Ἐρινύος
ἀχεῖν Ἀΐδα τ'
ἐχθρὸν παιᾶν' ἐπιμέλπειν.
ἰώ,
870 δυσαδελφόταται πασῶν ὁπόσαι
στρόφον ἐσθῆσιν περιβάλλονται,
κλαίω στένομαι, καὶ δόλος οὐδεὶς
μὴ 'κ φρενὸς ὀρθῶς με λιγαίνειν.

Da setzt der Chorführer mit ἀλλὰ γάρ in der bekannten Weise des späteren Dramas ein, stellt die neu auftretende Person vor und markirt die Unterbrechung. Aber wo kommen die Schwestern her? Ein Dichter, der sie hier haben wollte, hätte sie doch wohl den Zug geleiten lassen. Nun kommen sie ihm nach, um zu klagen, aber sie klagen nicht; auch nach der Anordnung des Nachdichters treten sie erst in Action, als der Threnos des Chores fertig ist: so handelt nicht, wer frei erfindet, sondern wer an die Vorlage gebunden ist. Die Entschuldigung des Chorführers ist lahm und der Ausdruck so schal, dass ich ihn dem Aischylos absprechen würde: »wir sind gehalten πρότερον φήμης das Todtenlied zu singen«. Was kann das heissen; ὡς προακούσασαι erklärt das Scholion: aber gesetzt das ginge, so wäre es widersinnig: hat denn der Chor eher etwas gehört, und giebt das ihm ein Vorrecht vor den Schwestern der Todten? Ich kann nur annehmen, dass es heissen soll, eher als wir die Rede hören, d. h. ehe die Schwestern das Wort nehmen. Das ist freilich sprachlich incorrect, aber ich meistere den Verfasser nicht; auch ἀμφιβόλως, das bei Aischylos unerträglich ist, den Doppeldaktylus ἄλγος ἐπάξιον, die Geschmacklosigkeit, dass die Brust, aus der die Klage dringt, lieblich und tiefbauschig heisst, lasse ich dem Nachdichter: dass er einer ist, offenbart sich hier auch im Ausdruck. Ich bin fertig; aber ich mag nicht aufhören, ohne das einfach schöne Versmaass des Threnos der Halbchöre noch in meiner kurzen Weise anzugeben. Es sind Iamben, die sich eigentlich von selbst ordnen; aber die Versabteilung der Ausgaben verwehrt es mehr als die Corruptelen.

Erste Strophe, erster Halbchor:

874 ⏑ – ⏑ – – ⏑ –
⏑ – ⏑ – – – ⏑ – ⏑ – ⏑ –
⏑ – ⏑ – – ⏑ – – ⏑ – ⏑ – – 9. Iamben; Synaphie geht durch.
Zweiter: ein anapästischer katalektischer Tetrameter.

Zweite Strophe; | bezeichnet den Wechsel der Halbchöre.

889 ⏑ – – ⏑ – ⏑ – ⏑ – Dochm. + 1 Iamb.
| ⏑ – ⏑ – – | ⏑ – ⏓ – ⏑ – – ⏑ –
⏑ ⏑ ⏑ ⏑ ⏑ ⏑ ⏑ – Dochm.
⏑ – – ⏑ ⏑ –
⏑ – – ⏑ ⏑ –
– ⏑ ⏑ – ⏑ – Dochm.
| ⏑ – – – ⏑ – ⏑ – ⏑ – – ⏑ – ⏑ – ⏑ –
⏑ – – – ⏑ – ⏑ – – – ⏑ –
– ⏑ ⏑ ⏑ ⏑ ⏑ – Dochm.

Im ersten Verse würde man dem Dochmius kaum glauben, zumal die Antistrophe eine andere Messung zulässt und die Strophe überhaupt lückenhaft ist; aber die anderen Dochmien, namentlich der letzte, sind unverkennbar. ⏑ – – ⏑ ⏑ – (Maecenas atavis) für den Dochmius eintretend ist wichtig.

Dritte Strophe, erster Halbchor:

911 ⏑ – ⏑ – – ⏑ – ⏑ – ⏑
⏑ – ⏑ – – ⏑ – ⏑ – ⏑
⏑ – ⏑ – – ⏑ – ⏑ – ⏑ – – ⏑ –

das ist eigentlich eine einfache kleine Strophe, 3. 3. 4; zweiter Halbchor:

⏕ – – – ⏑ – ⏑ – ⏑ – – ⏑ – – ⏑ ⏑ – – ⏑ ⏑ – ⏑ – –[1]

Auf diese 7 Metra, die aus der iambischen in die choriambische Form übergehen, folgen noch 9 Choriamben, der letzte katalektisch, also ⏑ – –

Vierte Strophe, erster Halbchor:

934 ⏑ – ⏑ – – ⏑ – ⏑ – ⏑ –
⏑ – ⏑ – ⏑ – ⏑ ⏑ ⏑ – ⏑ ⏑ – – ⏑ ⏑ – ⏑ – –[2]

Zweiter:

⏑ – – – ⏑ – ⏑ – –
⏑ – ⏑ ⏑ ⏑ – ⏑ – – – ⏑ – ⏑ – –
⏑ – ⏑ – – ⏑ – ⏑ – ⏑ – – ⏑ – ⏑ – ⏑ –
– – ⏑ – – ⏑ – ⏑ – ⏑ – ⏑ – ⏑ – – ⏑ –
⏑ – ⏑ – – ⏑ – ⏑ – –

---

[1] In der Antistrophe erreicht man das treffliche Versmaass mit einer leichten Umstellung: δυσδαίμων ἣ τεκοῦσά σφιν; das Pronomen ist der gewöhnlichen Ordnung gemäss von den Schreibern an die zweite Stelle im Satze verschlagen. Responsion erzielt man durch wenig schwerere Umstellung. δόμων μάλ' ἀχάεσσα τοὺς προπέμπει wird zu μάλ' ἀχάεσσα τοὺς δόμων προπέμπει; die Scholien sagen λείπει τὸ προπομπά: sie haben also für möglich gehalten, dass man das weibliche Nomen aus dem Verbum entnehmen kann. Dem wage ich nicht zu widersprechen; δαικτὴρ γόος tritt dann als Apposition, vielleicht eher als unwillkürlicher Ersatz des erst intentirten προπομπά ein.

[2] Das Versmaass giebt die Antistrophe; nur οἱ μέλεοι natürlich, nicht μέλεοι oder ὦ μέλεοι; das Adjectiv zweisilbig wie 876. Dann ist in der Strophe 935 διατομαῖς, das auch das Scholion giebt, aus einem Amphibrachys verdorben. Weil hat den Sinn mit διανομαῖς getroffen; aber dann ist der Vers verloren: νομαῖσιν war es; das δια ist aus dem ν verlesen, was für eine Zeit, die an Compendien gewöhnt war, nahe lag. Dann stellte sich die Ergänzung von διαομαις rasch ein.

Die Synaphie geht immer bis zur Katalexe. Überschaut man so das Versmaass von dem Punkte ab, wo die Tragödie sich von Thebens Rettung zu dem Untergange des Laiossamens wendet, etwa dreihundert Verse, fast alle lyrisch, so stellt sich eine Einheit dar, denn die Iamben überwiegen so stark, dass alles Andere nur Beimischung ist; die Ioniker, mit denen das grosse Standlied beginnt[1], sind etwas Anderes, aber etwas Verwandtes. Wohl sind auch in dem grossen Liede 287—307 Iamben, aber sie verbinden sich mit Glykoneen, auch ihren Verwandten, und gar Trochäen, die hier nirgends sind. Es wird doch möglich sein, von der Analyse des Einzelnen aufsteigend, wenigstens zu empfinden, dass das Lied und die Tragödie etwas Einiges und Ganzes auch in der metrischen Form gewesen ist, dann doch wohl auch in der Musik.

2.

Der Schluss der Ekklesiazusen des Aristophanes.

Vor ein paar Jahren ward hier eine Aufführung von den Vögeln und Ekklesiazusen des Aristophanes veranstaltet; von den Vögeln kam freilich schon deshalb nur ein geringer Teil zur Darstellung, weil die Lieder ziemlich alle fortfielen. Dennoch war befremdend, wie viel stärker das an Poesie so unvergleichlich geringere Drama wirkte. Unmittelbar durchschlagend waren die beiden Scenen (oder Acte), in denen sich durch die Tat beweist, dass die Abschaffung des Privateigentumes und die Weibergemeinschaft undurchführbar sind. Das machte ihr realistischer Stil; die Phantastik des Vogelreiches war dem Publicum unverständlich. Ich erwähne das, weil man leicht denken kann, die Zusammenhangslosigkeit der Ekklesiazusen liesse sich mit der älteren Komödie vergleichen, der Eupolis und Aristophanes erst nach dem Vorbilde der Tragödie zur Einheit der Handlung verholfen haben. Der Zerfall einer Kunstform wird ihrer Vorstufe niemals wirklich ähnlich sein. Und verfallen ist wohl die Kunstform, das Können des Dichters keinesweges. Wohl aber ist es verkehrt, ihm eine geschlossenere Handlung aufzuzwingen, als er beabsichtigt hat; am Ende ist der Dichter doch auch hier klüger als die ihn meistern.

Die Modernen sind vielfach darauf aus gewesen, das Paar Blepyros und Praxagora wenigstens in der Schlussscene wieder vorzuholen: sie haben auch den Chor, der seit V. 582 geschwiegen hat und

[1] Ich habe die schwierigeren Strophen des Liedes in meinem *Commentar. metr.* II erläutert.

während jener zwei Acte fortgedacht werden muss, noch in Action bringen wollen. Die Handschriften zeigen nur den Strich, der den Personenwechsel bezeichnet, diesen meistens richtig; aber die Deutung müssen wir geben. Es ist bekannt, dass Aristophanes bei seiner vielleicht geistreichsten Dichtung, der Lysistrate, die stärksten Anleihen gemacht hat. Dort hat die Hauptfigur am Schlusse ihren Namen zu bewähren und den Streit zu lösen. Sie trägt einige Züge der Göttin, deren Volk sie rettet; daher ist sie ganz ohne persönlichen Anhang. Hier ist Praxagora nur durch das Wort tätig, sie macht die parlamentarische Revolution, die ohne Mühe gelingt. Sie hat dann die Theorien zu entwickeln, die Aristophanes aus den sophistischen Debatten geläufig waren, wie dem Publicum auch. Damit ist ihre Rolle ausgespielt. Neben ihr steht folgerichtig ihr Mann, der demonstrirt, wie wert diese Männer sind, den Frauen das Regiment zu übergeben. Daher ist er ganz das, was Goethe Gottern mit Schurk zu ersetzen bat, als er die garstigen Worte linderte. Damit ist auch seine Rolle ausgespielt. Denn es sollte ja gezeigt werden, dass die Theorie sich durch die Praxis sofort widerlegte, nicht durch einen Kampf, durch Reaction, sondern durch ihre eigne Consequenz. Daher musste Praxagora und der Mann, der nach ihr zu heissen stolz ist, verschwinden. Es galt also nur die ganz neuen Scenen vorzubereiten. Das ist ausreichend geschehen. Die Conflicte der Weiberconcurrenz um den hübschen Jungen ist motivirt durch das Pnigos der anapästischen Debatte, 690—710. Es war sehr verkehrt, eine Proclamation darüber zu vermissen, zumal das Gesetz 1015 citirt wird. Zur Entgegennahme des abzuliefernden Eigentumes geht Praxagora ab (711—714); auch die Syssitien will sie einrichten, die für den Schluss vorausgesetzt sind. Ihr Mann folgt ihr natürlich. Man kann billigerweise auch nicht einen Vers vermissen. Nun spielen sich die vereinzelten Scenen ab. Wie soll es weiter gehn? Das wäre schwer zu sagen; es war nur noch ein Ende zu ersinnen; wenigstens hat Aristophanes nichts weiter mehr gewollt. Was er getan hat, kann man nur bei ihm lernen; und erst muss man es verstehn, ehe man es kritisirt.

Ein betrunkenes Dienstmädchen kommt auf die Bühne (V. 1112); sie kommt nicht mit besonderer Absicht in diese Strasse, sie läuft die Strassen ab und redet ganz allgemein »glückselig ist das Volk, ich, meine Frau, ihr Frauen, die ihr vor den Türen steht, u. s. w.« »Meine Frau«, sagt sie, und »der Mann meiner Frau«: es ist ganz ausgeschlossen, dass Praxagora und Blepyros ihre Herrschaft wären, die könnte und müsste sie bezeichnen. Sie geht auch nicht etwa auf das Haus ihrer Herrschaft zu: Praxagora's Haus ist hier gar nicht mehr die Hinter-

wand; wenn es das im ersten und zweiten Acte gewesen war, so haben wir im letztvorhergehenden die Häuser der mannstollen Weiber in eben derselben Hinterwand gesehen. Gewiss ist es für den rationell rechnenden Verstand unbegreiflich, dass der Chor versteht, was »der Mann meiner Herrschaft« bedeutet, aber nicht mehr, als dass dieser Mann gerade jetzt hier des Weges kommt: das commandirt der Poet, und wir haben zu gehorchen. Also der Chor antwortet: »wenn du hierbleibst, wirst du wohl Alles finden, denn da kommt er zum Mahle« (1118). Sie redet ihn an; er hat sich verspätet; sie bestellt ihren Auftrag, der besteht aber nicht nur darin, dass der Herr selbst kommen soll, er soll auch τασδὶ τὰς μείρακας mitbringen. Das kann nichts Anderes sein, als was der Scholiast versteht, der Chor. Andere Mädchen giebt es nicht, und wenn die γυναῖκες des ersten Actes den Namen kaum verdienen, so werden sie ihn doch nicht ablehnen; jede Herrschaft und vollends diese Weiberherrschaft hat die Kraft, die Regierenden zu verjüngen.[1] Wieder ist freilich nicht auszudenken, weshalb die Frau, die nach ihrem Manne schickt, mit diesem die Frauen des Chores auch kommen lässt. Aber sehr klar ist, dass Aristophanes den Chor wegbringen musste, der nun einmal seit Langem unthätig auf der Bühne stand, und dessen Abzug den Schluss der Komödie machen musste. Witzig ist die Erfindung nicht, aber dramaturgisch wirksam. Witzig ist sie auch dem Dichter nicht vorgekommen, darum wird sie dem Publicum versüsst, indem die Einladung an Alle gerichtet wird, die dem Spiele geneigt sind, zumal die Richter. Der Herr macht dann einen weiteren Witz, der ein gutes Omen giebt, »damit ist das ganze Publicum geladen« (denn das Spiel gefällt Allen)[2], und durch ein lustiges παρὰ προσδοκίαν Lachen erregt, »alle werden ein Mahl bereit finden, — wenn sie nach Hause gehen«. Das ist freilich auch aus der Lysistrate geborgt, wo der Scherz allein seine volle Kraft hat.[3] Nun will also der Herr gehen. Da folgen die Verse

τί δῆτα διατρίβεις ἔχων ἀλλ᾽ οὐκ ἄγεις
τασδὶ λαβών; ἐν ὅσωι δὲ καταβαίνεις, ἐγὼ
ἐπάισομαι μέλος τι μελλοδειπνικόν.

Wer sagt das? Wie ist die Paragraphos der Handschriften aufzulösen? Allein die Dienerin kann es sagen, die, welche er mitnehmen

---

[1] Dass μεῖραξ *puella* nichts als das für die Liebe geeignete Alter bezeichnet, sieht man am besten Plut. 1071.

[2] Es ist die Stelle, wo »alle Zuschauer« gleich »γέροντες μειράκια παιδίσκοι« ist; also die Frauen ausgeschlossen. Unbegreiflich, dass das immer wieder bezweifelt wird. Das menandrische Lustspiel dagegen rechnet offenbar auf die Frauen im Publicum.

[3] In den Strophenschlüssen der köstlichen Lieder 1045—1071, 1188—1215, die auch um der Form willen eine besondere Behandlung erfordern.

soll, sind ja der Chor. Es ist Alles sinnlos, wenn man diesen reden lässt. Freilich folgt daraus, dass die Dienerin auch das Lied singen wird. Das wird sich gleich bestätigen. Aber wo geht der Mann mittlerweile 'herunter'? Sollen wir gar annehmen, er klettere eine Stiege von dem hohen Proskenion in die Orchestra? So werden die Anhänger Puchstein's mit Emphase sagen. Schade, dass die Dienerin den Weg doch wohl auch machen muss, wenn sie als Schauspielerin oben steht. In Wahrheit sollte Jeder sehen, dass sie längst neben dem Chor steht, und der Mann ist auch nicht weiter weg. Er soll nicht herunterkommen, den Chor zu holen, κατάβαινε ληυόμενος, sondern er soll mit dem Chor abgehen, und während er καταβαίνει, wird sie ein Lied singen, das auf das Diner präparirt; sie geht eben mit. Natürlich gehört zu καταβαίνειν ein Ziel; das ist hier aus dem vorhergehenden πρὸς τὸ δεῖπνον ἐπείξομαι zu entnehmen. Im Grunde ist καταβαίνειν εἰς δεῖπνον nicht anders als das bekannte καταβαίνειν εἰς ἀγῶνα[1]; man geht dahin, wo man sein will, hingehört; hiervon ist der prägnante Sinn *redire* abgeleitet, der im Attischen für κατέρχεσθαι κατιέναι vorwaltet. κατά hat nun einmal nicht bloss die streng locale Bedeutung; κατατελεῖν καθικνεῖσθαι κατανύειν. Wenn Gott bei Pindar μέτρωι καταβαίνει, so kommt er nicht irgendwo herunter, sondern er nimmt seinen Gang zum Ziele.

Es bleibt ein Anstoss. Die Sclavin wollte ein Lied singen, und bis er ankam, konnte das nur ein Paar Worte umfassen. Jetzt singt sie überhaupt noch gar nicht. Erst nach einer Abschweifung steht:

ὦ ὦ ὥρα δὴ φίλαι γυναῖκες, εἴπερ μέλλομεν τὸ χρῆμα δρᾶν,
1165 ἐπὶ τὸ δεῖπνον ὑπαποκινεῖν· κρητικῶς οὖν τὼ πόδε
καὶ σὺ κίνει — τοῦτο δρῶ — καὶ τάσδε νῦν † λαγαράς
τοῖν σκελίσκοιν τὸν ῥυθμόν.[2]

[1] Bekannt ist freilich auch dieser Sprachgebrauch denen nicht, die in dem Wespenverse 1514 ἀτὰρ καταβατέον ἐπ' αὐτούς das Heruntersteigen vom Proskenion wittern. Entsprechend missversteht man ἀνάβαινε Ritt. 149 vom Heraufsteigen, wo doch Wesp. 1342 ἀνάβαινε δεῦρο »komm' hierher« von Philokleon gesagt ist, der sein Schätzchen nur bei Seite führt.

[2] Die beiden ersten Metra dieser Trochäen sind zweisilbig; – –|– –|– ⏑ – ⏑|. . .; zuzusetzen ist nichts, sondern das Versmaass anzuerkennen. Die langgezogenen Töne präludiren dem Virtuosenstücke; später fordert das Versmaass nicht nur durch die vielen Auflösungen die grösste Volubilität der Stimme, sondern geht in daktylische Tetrameter über, die sich hier wie oft den Trochäen gleichwertig zeigen. Ob die ω ω Interjection sind, oder graphischer Ausdruck für die Verlegung mehrerer Noten auf das erste ω von ὥρα, entscheide ich nicht. 1165 ist λαγαράς verstümmelt, das Wort selbst bedenklich, der Sinn 'und ihr Frauen des Chores müsst mit den Beinchen (Diminutiv schmeichelhaft wie die Bezeichnung μείρακες oben) den Takt begleiten'. Möglichkeiten der Herstellung giebt es schon; aber mit denen ist nichts erreicht. Der Takt, den wir trochäisch nennen, heisst kretisch: das ist wichtig, denn bekanntlich befolgt Aristoxenos diese Terminologie.

Das ist genau was wir verlangen, nach den Paar Takten ist er da, der Zug kann losgehen; er voran schreitend wirft die Beine in die Höhe, der Chor soll dasselbe tun. So ist's in der Ordnung. Also ist, was dazwischen steht, ein Zusatz (1154—1162). Gewiss; das ist er. »Ich möchte den Richtern eine kleine Weisung geben, lasst es mich nicht entgelten, dass mein Stück zuerst zur Vorstellung kommt.« Das ist in Kurzem der Inhalt der acht Tetrameter. Es versteht sich von selbst, dass Aristophanes sie erst in letzter Stunde, nachdem die Ordnung der aufzuführenden Dramen durch das Loos festgestellt war, hat einfügen können. Das hat er so äusserlich gemacht, dass die Fugen störend in's Auge fallen. Jeder wird zuerst hinter der Anrede der Richter Personenwechsel eintreten lassen, wie der Ravenas; aber wenn dieser von da ab Halbchöre einführt, also selbst den Mann eliminirt, so führt das zu Unmöglichkeiten. Es muss doch der das Lied singen, der es versprochen hat, und es redet offenbar der von den τάσδε 1167, der von den τασδί 1152 geredet hat; es werden auch beide Male dieselben Frauen damit bezeichnet. Denkt man sich die Einlage fort, so schliesst Alles genau zusammen, und ebenso geht es weiter. Die Sclavin sagt: »die Frauen müssen im Takte zu meinem Gesange die Beinchen schwingen, denn gleich kommt die Pastete«, das berühmte Ungeheuer von Composition, als Wort ebenso wie als Gericht. »Du aber nimm schleunigst einen Napf und spute dich mit ihm, damit du Erbsenbrei zum Mahle bekommst.«[1] Das ist das παρ' ὑπόνοιαν, wie oben, so viel als »spute dich, du kommst doch zu spät für das Wundergericht«. Das wirkt als stärkste Anfeuerung. Der Herr schreit: »aber fressen sie etwa?«[2] und damit läuft er, so rasch er kann, ab; das soll er ja, nicht damit er zum Mahle kommt, sondern damit er von der Scene kommt. Und nun setzt der Chor ein mit ein paar iambischen Versen, also in dem Maasse auch den Wechsel der Person und den Übergang von der Monodie zum Chorliede bezeichnend:

αἴρεσθ' ἄνω εὐαί εὐαί
δειπνήσομεν εὐαί εὐαί
εὐαὶ ὡς ἐπὶ νίκηι
εὐαὶ εὐαὶ εὐαὶ εὐαί[3]

---

[1] ἐπιδειπνεῖν steht wie Ritt. 1137 τούτων ὃς ἂν ἦι παχύς, θύσας ἐπιδειπνεῖς. Der Scholiast weiss sich dort nicht zu helfen, und im Plutos 1005 ist ἐπήσθιεν in den meisten Handschriften geändert. Die Grammatiker hatten es notirt und andere Belege gesammelt (Athen. IV 170 *d*); der Sinn war ihnen unklar, weil sie nicht mehr Brot oder Brei als die Hauptsache des Mahles betrachteten, zu dem man auch Fleisch und Gemüse »hinzuass«.

[2] ἀλλὰ λαιμάττουσί που; Ob dies die richtige Verbalform ist oder die Variante bei Hesych λαιμάζουσι, ἐσθίουσιν ἀμέτρως, lässt sich nicht entscheiden.

[3] Die Interjection ist iambisch gemessen, wie die beiden unzweideutigen Monometer lehren. Der Pherekrateus steht normal für den katalektischen Dimeter.

Damit tanzt er auch hinaus. Das wollte die ganze Scene, nichts anderes.

Gefühlt hat Aristophanes ganz wohl, dass sein Drama am Ende bedenklich abfiel, dass er der Handlung keinen Schluss geben konnte, sondern nur diesen Mangel verbergen. Dazu dient die Einführung einer Arie, sei sie auch kurz; und das Riesenwort, die Beschreibung der Riesenpastete, wird nicht allein an die sprachlichen Kühnheiten der modernen Musik, Nomos und Dithyrambus, angeklungen haben, die Melodie wird es auch getan haben. Er hatte sich am Schlusse der Wespen berühmt, der Erste zu sein, der mit Tanz den Abgang geschmückt hätte: da war ein Solotanz von ein Paar Knaben eingelegt, die er schon vorher verwandt hatte. In der Lysistrate hatte er einen zweiten Chor eingeführt. Hier kommt aus demselben Grunde ein Solist. Der Chorgesang war heruntergekommen; es giebt hier nur ein paar leichteste Lieder und nur zum Marsche, im Plutos noch weniger, und alternirend mit dem Sänger der Bühne. Aber die Virtuosität der Einzelsänger war gestiegen, wie die Tragödie lehrt: es ist nur in der Ordnung, dass das Bravourstück dem Einzelgesange zugefallen ist.

Zur Erklärung des Papyrus Harris.

Von Adolf Erman.

(Vorgetragen am 26. März [s. oben S. 325].)

Dem großen Papyrus Harris, der den sogenannten Rechenschaftsbericht Ramses' III. enthält, hat es seit seinem Bekanntwerden nicht an Benutzern und Interessenten gefehlt, aber fast alle haben sich dabei mit dem Teile befaßt, der eigentlich nur ein Appendix des umfangreichen Buches ist, mit den letzten fünf Seiten, auf denen der König uns einen Überblick seiner politischen Taten gibt. Der eigentliche Text, der uns die Wohltaten des Königs gegen die Götter vorführt, hat zwar mehrere Übersetzungen[1], aber noch keine ernstliche Untersuchung[2] erfahren. Und doch gibt es wenig Dokumente des ägyptischen Altertums, aus denen wir so viel über die wirtschaftlichen Verhältnisse des alten Landes lernen könnten, wie aus diesem umfangreichen Schriftstück mit seinen langen Zahlenreihen.

Ich will versuchen, hier zunächst einige allgemeine Punkte aufzuklären, von denen die richtige Beurteilung des Buches wesentlich abhängt und will im Anschluß daran die beiden ersten Listen der verschiedenen Abschnitte erläutern.

Zweck und Herstellung des Buches.

Für gewöhnlich sieht man in dem Papyrus jetzt ein Manifest, das der König erlassen habe, als er seinen Sohn zum Mitregenten ernannt habe; er flehe darin den Segen der Götter auf ihn herab und ermahne die Menschen, ihm zu gehorchen, aus Dank für all das Gute,

---

[1] Von Birch, Äg. Ztschr. 1872, 119 ff. und in der Ausgabe des Faksimile (1876); von Eisenlohr, Äg. Ztschr. 1873, 49 ff.; von beiden in den Records of the past, first series VI and VIII.

[2] Als eine solche kann ich heute auch den Versuch nicht mehr gelten lassen, den ich selbst vor siebzehn Jahren gemacht habe, die Angaben dieses Teiles für die Vermögensverhältnisse der Tempel zu verwerten (Ägypten und ägyptisches Leben, S. 405 ff.).

das er, der Vater, Göttern und Menschen erwiesen habe. So fassen es z. B. Maspero, Histoire ancienne, II, 480 und Wiedemann, Geschichte 511. Aber von einer solchen Mitregentschaft Ramses' IV. ist sonst nichts bekannt (was Maspero l. l. darauf deutet, beweist meines Erachtens nichts), und ich vermag auch im Papyrus Harris nichts zu erkennen, was auf ein solches Verhältnis deutete. Vielmehr scheint mir die unbefangene Lektüre des merkwürdigen Textes auf eine andere Auffassung zu führen auf diejenige, die schon der Herausgeber des Papyrus, Birch, ähnlich vertreten hat: der Text ist erst nach dem Tode des Königs verfaßt, und wenn dieser als redend eingeführt ist, so redet er eben als Toter vor den Göttern. Ich wüßte nicht, wie man es anders verstehen wollte, wenn der König den Amon so anredet: »*Sei mir ein Schutz, der ich zu dir nach Theben komme, deiner geheimnisvollen Stadt; der ich ein Gott werde unter den Göttern, die unter deiner Leitung stehen; der ich zur Ruhe gehe in Neb-ʿonḫ, deiner prächtigen Stätte, an dem ehrwürdigen Gegenüber deines Heiligtumes, damit ich mich mische unter die Götter der Unterwelt wie mein Vater Osiris, der Herr des Totenreiches. Setze meine Seele wie die Seelen der Götter, welche neben dir ruhen*[1], *in dem ewigen Horizonte. Gib Luft meiner Nase und Wasser meiner Seele, und daß ich esse die Brote und Speisen deines Opfers. Mache, daß meine Majestät ehrwürdig sei und vor dir bleibe wie die großen Götter des Totenreiches, daß ich ein- und ausgehe bei dir, wie sie es tun. Stelle meine Seele wie sie gegen meine Feinde. Setze mein Opfer fest, das mir gebracht wird, indem es als dauerndes Opfer bleibt bis in Ewigkeit.*«

Das besagt so klar, wie es ägyptische Phrasen nur besagen können, daß der König jetzt aus seiner unterägyptischen Residenz nach Theben kommt, um dort an der Seite der alten Herrscher bestattet zu werden; wie Amon sich dieser annimmt, so soll er sich auch seiner annehmen.

Und gehen wir dann weiter zu dem Schlusse des thebanischen Abschnittes, so treffen wir auch da die gleichen Bitten: »*Laß mich ankommen, indem ich heil gemacht bin und glücklich lande* (d. h. gestorben bin, bestattet werde) *und zur Ruhe gehe in der Totenstadt wie die Götter, damit ich mich mische unter die vortrefflichen Seelen des Westberges, welche deinen Glanz allmorgendlich sehen.*«

Und ebenso beziehen sich die Reden, die er an die anderen Götter hält, durchweg auf das Gute, das sie den Toten erweisen können. Der Sonnengott strahlt ihnen und sie freuen sich seiner; möchte auch Ramses, wenn er jetzt zum Westen wie Osiris kommt, ihn schauen und Speisen von ihm empfangen (25, 4 ff. und 42, 1 ff.). Ptah, der die

---

[1] Also der früheren Könige, die in Theben bestattet sind.

Unterwelt geschaffen hat zum Heile der Toten, führt ihn an die westliche Seite des Himmels, damit er dort ruhe neben ihm, wie die Götter der *štjt* und wie der Apis; möge er ihm Speisen geben und ihn aufs neue leben lassen im Totenreiche (44, 5 ff.). Die geringeren Götter aber, die den Toten wieder Atem gewähren, sollen ihm geben göttlich zu sein, ein- und auszugehen im Totenreiche, mit ihnen zusammen bei Re zu sein und Atem und Speise zu haben (57, 5 und 66*b* 2 ff.).

Auch wo der König auf den letzten fünf Seiten zu den Menschen redet, sagt er ausdrücklich, daß er verstorben ist: »*ich gehe unter im Totenreiche wie mein Vater Re, damit ich mich mische unter die große Götterschaft im Himmel, auf Erden und in der Unterwelt*« (79, 4).

Der Papyrus enthält also die Rede eines Toten, und diese Rede richtet sich in der Hauptsache an die Götter und bittet diese, dem Toten gnädig zu sein in Anerkennung dessen, was er an ihnen getan hat. Wenn der tote König nebenbei dann noch die Götter um Segen für seinen Sohn bittet und wenn er in einem Anhange auf fünf Seiten auch die Menschen anredet und sie unter Hinweis auf seine Taten zum Gehorsam gegen seinen Sohn ermahnt, so kann dies beides an dem eigentlichen Charakter des umfangreichen Buches nichts ändern; es hat das nicht mehr zu bedeuten, als wenn auf einem Grabsteine der Verstorbene zu den Gebeten an die Götter noch einige Worte über sein Leben fügt.

Ein Papyrus aber, in dem der verstorbene Pharao den Göttern die Verdienste vorhält, die er sich im Leben um sie erworben hat, damit sie sich seiner jetzt annehmen, nun er ihr Genosse im Jenseits geworden ist — ein solcher Text kann weder ein Stück aus den königlichen Annalen sein, noch zu politischen Zwecken, als eine Empfehlung der Dynastie, verfaßt sein; vielmehr ist er gewiß nichts weiter als was die meisten Altertümer Ägyptens sind: die Beigabe für einen Toten. Er wird irgendwie aus dem Grabe des Königs stammen; dabei kann doch die alte Harrissche Notiz richtig sein, nach der er unter den Mumien eines alten Massengrabes in einem vermauerten Loch zusammen mit anderen Papyrus gefunden sein soll. Die Ausplünderung der thebanischen Nekropole hat ja ihre lange und seltsame Geschichte gehabt.

Diese Erkenntnis, daß der Papyrus zum Nutzen des toten Pharao hergestellt ist, lehrt uns nun auch das Datum richtig verstehen, das an seiner Spitze steht. *Jahr 32, dritter Sommermonat, Tag 6* kann nur der Tag sein sollen, an dem der König vor die Götter tritt und zu ihnen redet, also der Tag seines Todes. Daß diese Annahme richtig ist, läßt sich übrigens auch noch in anderer Weise aus unserem Pa-

pyrus zeigen. Auf S. 17*a* stehen Angaben über zwei große Feste, deren eines zu Luxor im zweiten und dritten Überschwemmungsmonat gefeiert wurde, während das andere zu Medinet Habu im ersten und zweiten Sommermonate stattfand. Nun wird angegeben, daß dieses letztere noch im 32. Jahre des Königs gefeiert worden sei, das erstere aber nicht mehr. Nimmt man nun an, daß die Regierungsjahre des Königs in der Mitte des bürgerlichen Jahres begonnen haben (wir kennen den Tag der Thronbesteigung Ramses' III. nicht), so ersieht man schon aus der Angabe über diese Feste, daß er zwischen dem zweiten Sommermonat und dem zweiten Überschwemmungsmonat gestorben sein muß, und in der Tat fällt das Datum des Papyrus in diesen kurzen Zwischenraum. Ramses III. ist also am 6. Epiphi gestorben.[1]

Daß die Handschrift, die äußerlich so einheitlich aussieht, doch von mehreren Schreibern hergestellt ist, hat Birch schon 1876 ausgesprochen. Auch Piehl hat 1882 darauf aufmerksam gemacht, daß sich zwischen den einzelnen Abschnitten kleine Unterschiede in der Schreibung finden und hat festgestellt, daß die Abschnitte über Memphis und Heliopolis sich dabei den anderen gegenüber nahestehen.[2] Geht man nun diesen Fragen genauer nach, so erhält man folgendes Bild von dem Wechsel der Schriftform und der Orthographie innerhalb des Papyrus:

---

[1] Ich sehe nachträglich zu meiner Freude, daß Birch diesen selben Schluß schon gezogen hat (Äg. Ztschr. 1873, 120); da man aber in dem Papyrus nun einmal ein Werk des lebenden Herrschers sehen wollte, hat niemand diesen richtigen Gedanken berücksichtigt.

[2] Er wollte darin dialektische Unterschiede der verschiedenen Schreiber sehen; das ist aber natürlich ausgeschlossen, da die Differenzen im wesentlichen graphischer oder vielmehr kalligraphischer Natur sind. Die kleinen Unterschiede in der Orthographie einzelner Worte sind vollends so gering, daß man sie bei weniger sorgfältigen Schreibern, als es diese Kanzlisten der Tempel sind, überhaupt nicht beachten würde; die meisten Schreiber dieser späten Zeit haben ja für diese Minutien gar keinen festen Gebrauch. Will man überhaupt hinter diesen Unterschieden der Schrift und der Orthographie mehr suchen, als individuelle Gewohnheiten, so könnte es nur die Existenz verschiedener Schreiberschulen sein; es wäre ja möglich, daß die Schule zu Heliopolis in diesen Kleinigkeiten einen etwas anderen Usus beobachtet hätte als die zu Theben.

Stichproben der Schrift.

Einleitung 1		3 mal		
Theben 3—23	17 mal	12 mal	16*b*, 4	7 mal
Heliopolis 25—42	7 mal	sehr oft	22 mal	7 mal (42, 2)
Memphis 44—56	12 mal	sehr oft	4 mal	10 mal
Kleine Tempel Allgemeines 57—60	8 mal	4 mal		57, 2
Listen 61—66*a*	3 mal	61*a*, 6	65*c*, 2	
Schluß 66*b*	2 mal			2 mal
Summierungen 67—74	11 mal	67, 3	2 mal	
Histor. Abschnitt 75—79	5 mal	79, 9	78, 12	5 mal

Stichproben der Schrift.

			als Endung	
Einleitung I	1, 2			1, 6
Theben 3—23	8 mal	6 mal	9 mal	5, 10 22, 3
Heliopolis 25—42	5 mal	7 mal	9 mal (26, 1; 27, 11)	27, 5
Memphis 44—56	6 mal	6 mal	8 mal	2 mal
Kleine Tempel Allgemeines 57—60	5 mal	57, 5 57, 7. 12	58, 11 59, 8	
Listen 61—66*a*	63*a*, 9	60, 7 60, 8	6 mal	
Schluß 66*b*	66*b*, 2			66*b*, 2
Summierungen 67—74			4 mal	
Histor. Abschnitt 75—79	2 mal			7 mal

Orthographisches.[1]

Theben 3—23	mit	ohne	ohne	ohne	mit
Heliopolis 25—42	ohne	mit	mit	mit	ohne
Memphis 44—56	ohne	mit	—	mit	ohne
Kleine Tempel Listen 61—66*a*	mit	ohne	ohne	mit	—
Summierungen 67—74	mit	mit	ohne	ohne	mit

Man sieht, es sind viele Hände, die an dem großen Buche gearbeitet haben, und wer sich die Mühe nähme, eine vollständige Schriftliste des Papyrus anzufertigen, würde vielleicht noch weitere Unterschiede feststellen können. Zunächst sind drei Schreiber sicher zu scheiden:

A. der von Theben,
B. der von Heliopolis,
C. der von Memphis.

Des weiteren ist die Einleitung (S. 1) vielleicht von *A.* geschrieben.

Der Abschnitt über die kleinen Tempel ist von zwei Händen geschrieben; der zusammenhängende Teil (57—60) von einem Schreiber, der *B.* und *C.* nahestand, die Listen wahrscheinlich von *A.*

Die Summierung rührt gewiß von *A.* her.

Den historischen Teil hat wieder eine Hand wie *B.* und *C.* geschrieben.

Die drei Bilder hat ein und derselbe Künstler hergestellt.

Der Befund ist also verwickelt genug und ich weiß keine andere Erklärung für ihn, als daß diese Prachthandschrift so eilig hergestellt werden mußte, daß es an Zeit gebrach, die 79 großen Seiten von einem Schreiber einheitlich kopieren zu lassen. Man stellte die Handschrift in Teilen her und klebte diese aneinander.[2]

---

[1] Für die Belege vergl. Piehls Dictionnaire du Papyrus Harris (Wien 1882).

[2] Es wäre der Mühe wert, das Original daraufhin zu untersuchen; ich vermute, daß sich Klebungen befinden hinter 2, 3, 24?, 42, 43?, 56, 60, 66, 74, abgesehen natürlich von den regelmäßigen Klebungen.

Diese Vermutung bestätigt sich dann, wenn man den Wortlaut der vier einander entsprechenden Abschnitte des Papyrus (derjenigen die Theben, Heliopolis, Memphis und die kleineren Tempel behandeln) untereinander vergleicht. Sie sollten alle das gleiche enthalten und in der gleichen Reihenfolge, und man sieht noch, daß ihnen ein bestimmtes gleiches Schema zugrunde gelegt ist. Und trotz dieses Strebens nach Uniformität hat man die einzelnen Teile nicht redigiert und einheitlich gestaltet, was doch oft durch geringfügige Änderungen hätte geschehen können; der Beamte, der das Buch herstellte, hat offenbar die Beiträge seiner Mitarbeiter so aneinandergesetzt wie er sie erhalten hat.

Wir haben uns also die Herstellung des Buches so zu denken: nach dem Tode des Königs hat man die Tempel aufgefordert, schleunig an der Hand eines beigelegten Entwurfes alles zusammenzustellen, was der verstorbene Herrscher für sie getan habe. Diese Berichte hat man dann aneinandergesetzt und mit einer Einleitung, mit einer Summierung und einem Überblick der weltlichen Taten des Königs versehen.

Dieses Schema, das den einzelnen Abschnitten zugrunde liegt, hat folgende Gestalt[1]:

A. Gebet an die Götter und daran anschließend eine Erzählung der hauptsächlichsten Bauten und Geschenke. Schlußformel, die die Götter auf die folgenden Listen hinweist.
(Theben 3, 1; Heliopolis 25, 7; Memphis 44, 1; kleine Tempel 57, 1.)

B. Listen:

a) des Vermögens[2] der Tempel.
(Th. 10, 1; Hel. 31, 1; M. 51*a*, 1; kl. Temp. 61*a*, 1.)

b) der Abgaben der Untertanen.
(Th. 12*a*, 1; Hel. 32*a*, 7; M. 51*b*, 3; kl. Temp. 62*a*, 11.)

---

[1] Auch innerhalb der einzelnen Rubriken des Schemas sollte eine gleiche Anordnung bestehen, die man noch durch einen Vergleich der Rubriken *Bb* und *Bc* erkennen kann. Beide beginnen so:

Gold und Silber,
Kupfer und Blei.
Kleider.
Garn.
Weihrauch, Honig, Öl, Fett.
Wein und Most(?).

[2] Vergl. darüber unten S. 467.

c) der königlichen Geschenke.
(Th. 13*a*, 1; Hel. 33*a*, 1; M. 52*a*, 4; kl. Temp. 62*b*, 1.)

d) Opferkorn für die Feste.
(Th. 16*b*, 13; Hel. 34*b*, 6; M. 53*b*, 12; kl. Temp. 66*a*, 1.)

e) Opfergaben für die Feste, die der König gestiftet hat.
(Th. 17*a*, 1; Hel. 34*b*, 10.)

f) Nilopfer.
(Hel. 37*b*, 1; M. 54*a*, 2.)

g) Götterbilder, die Private geweiht haben (?, 11, 1) und die der König dem Amon anvertraut hat.
(Nur Th. 21*b*, 11.)

C. Schlußgebet.
(Th. 22, 1; Hel. 42, 1; M. 56*b*, 1; kl. Temp. 66*b*, 1.)

Es ist nicht ohne Interesse zu beobachten, wie die Schreiber der verschiedenen Tempel sich mit diesem Schema auseinandergesetzt haben. Seine Ausdrücke waren vielfach knapp gehalten, und es war den Schreibern überlassen gewesen, sie entsprechend stilistisch auszuführen. Dies ist nicht immer geschehen, und insbesondere der Heliopolit hat uns mehrfach zuweilen offenbar den Wortlaut des Schemas erhalten. So z. B.

32*a*, 9: »Abgaben der Leute der und der Tempel [hieroglyphs] als ihre jährliche Steuer«,

was bei Memphis so erweitert ist:

51*a*, 5: »Abgaben der Leute der und der Tempel [hieroglyphs] welche in ihre Schatzhäuser geschleppt sind als ihre jährliche Steuer«

und bei Theben so:

12*a*, 1: »Abgaben der Leute der und der Tempel [hieroglyphs] welche König Usimare Miamun, der große Gott, geschenkt hat an ihre Schatzhäuser, Magazine und Scheunen als ihre jährliche Steuer«.

Und ebenso stand es auch in der Hand der einzelnen Schreiber, wie weit sie bei den einzelnen Gegenständen über das Schema hinaus

ins Detail gehen wollten; sie konnten also wie der fleißige Thebaner bei der Übersicht der königlichen Geschenke 8586 Kleider in neunzehn Unterabteilungen aufführen, aber sie konnten auch wie der träge Heliopolit 18 793 Stück mit einer einzigen Zeile erledigen, ohne auf Einzelheiten sich einzulassen.

Dagegen haben sie an dem Schema selbst offenbar möglichst wenig geändert, auch da nicht, wo es zu den Verhältnissen ihres Tempels nicht paßte — war es doch natürlich im Hinblick auf die großen Reichtümer des Amon entworfen. Daher stehen in der Abgabenliste bei den Ochsen überall sieben verschiedene Arten angeführt, wie sie unter den 847 Rindern, die Amon empfing, wohl auch alle vertreten gewesen sein mögen. Aber unter den 15½ Rindern, die Ptah von seinen Untertanen erhielt, sind gewiß nicht alle diese sieben Arten vertreten gewesen, und dennoch hat man an dem Schema in diesem Falle nichts geändert.

Wie die Abschnitte über die großen Tempel hergestellt worden sind, ist somit im wesentlichen klar. Anders verhält es sich aber mit dem Abschnitte, der die kleinen Tempel behandelt und der unmöglich in gleicher Weise hergestellt sein kann. Ihre Zahl war Legion; der Papyrus selbst nennt ihrer schon 27, und es gab natürlich auch in jeder hier nicht genannten Stadt und in jedem Dorfe irgend ein kleines Tempelchen oder Kapellchen, und dieses hätte ebensogut wie Theben oder Heliopolis die Brote, die es in den 31 Jahren der Regierung verbraucht hatte, als Geschenke Ramses' III. aufführen können. Unmöglich konnte die Statistik auf diese kleinen und kleinsten Heiligtümer erstreckt werden.[1] Auf welchem Wege hier die Ermittelung erfolgt ist, läßt sich natürlich nicht erraten, wohl aber sehen wir noch deutlich, daß sie bei keiner Rubrik etwas getaugt hat, und daß ihre Ergebnisse sich nicht dem für die großen Heiligtümer gewonnenen an die Seite stellen ließen. So kommt es, daß dieser Abschnitt sich gar nicht in den Rahmen des Buches fügen wollte, und es ist interessant, zu sehen, wie sein Verfasser sich durchgewunden hat. Da waren z. B. die Abgaben der Untertanen so unvollständig angegeben, daß es gar zu lächerlich ausgesehen hätte, wenn er sie als besondere Rubrik aufgestellt hätte; da hat er denn die 13 250 [illegible] Gerste, die 3300 Bund Gemüse und die 3000 Bund Flachs, die irgend

[1] Wie arm diese kleinen Tempel vielfach waren, sieht man übrigens aus S. 61 des Papyrus. Da sind solche, die nur 4 oder 12 oder 17 Untertanen haben; wie konnten diese kleinen Institute, deren Einkommen kaum für den Unterhalt der Priester und die Opfer ausreichte, da noch eine Buchführung haben, aus der sie ihre Vermögens- und Einkommensverhältnisse für die 31 Jahre der ganzen Regierung hätten feststellen können?

eines der Heiligtümer als Summe der Abgaben angegeben hatte, ruhig an die Rubrik des Vermögens angehängt.[1] Wie unvollständig diese Angaben über die kleineren Tempel sind, sieht man übrigens auch schon daraus, daß so wichtige Heiligtümer, wie Elephantine, Edfu, Denderah, el Kab, Esneh, Hermonthis usw. in diesem Abschnitt überhaupt nicht vorkommen; man möchte fast glauben, daß die Berichte von ganzen Verwaltungsbezirken noch nicht eingegangen waren, als der herannahende Begräbnistag zwang, die Arbeit abzuschließen.

Für uns folgt daraus, daß wir diesen Abschnitt über die kleinen Tempel nur mit größter Vorsicht benutzen dürfen; seine Angaben sind durchaus unvollständig und geben ein falsches und viel zu geringes Bild von ihren Verhältnissen.

Der schwächste Teil des ganzen Werkes ist dann aber die Summierung, die ganz konfus ist und von Fehlern wimmelt. Der Verfasser hatte gesehen, daß die konfusen Angaben über die kleinen Tempel es unmöglich machten, beim Summieren noch die Rubriken des Schemas auseinanderzuhalten und hat nun mehrere dieser Rubriken in inkonsequenter Weise zusammengezogen. Die Opfer stehen bei dem Vermögen, sie stehen aber auch bei den Geschenken, und die Edelmetalle, die der König den kleineren Tempeln als Geschenk gegeben hat, sind in der Summierung als Abgaben verrechnet. Dazu Rechenfehler und Schreibfehler, die kaum glaublich sind; die Einzelposten des als Abgaben gelieferten Korns ergeben 374700 ﬀ Gerste, die Summierung gibt aber 460900 ﬀ an, und die 326995 Vögel werden zu 426995; statt 1419½ Gänse erscheinen 1920 usw.

Auch hier ist die Erklärung wohl darin zu suchen, daß der Redaktor, der vielleicht auf die Eingänge der einzelnen Beiträge lange hatte warten müssen und der doch sein Buch bis zum Begräbnistage fertig haben mußte, diese Summierungen in der höchsten Eile vorgenommen hat. Und da niemand seine Arbeit mehr kontrollieren konnte, und da die Zahlen ja doch immer noch hinter allem zurückbleiben mußten, was in ganz Ägypten in diesen 31 Jahren für die Götter geleistet war, so wird ihm das Unglück nicht groß erschienen sein, wenn die Angaben seiner Summierung etwas zu groß ausfielen.

Unsere modernen europäischen Begriffe von Genauigkeit dürfen wir ja überhaupt an diese altorientalische Kanzleiarbeit nicht heranbringen. Auch in den anderen Abschnitten sind die Addierungen nur zu oft mit großen und kleinen Irrtümern behaftet, und mehrere zu

[1] Bei der Summierung sind sie dann richtig bei den Abgaben verrechnet worden.

addierende kleine Brüche verwandeln sich der Kürze halber ohne weiteres in ein Ganzes. Noch merkwürdiger berührt uns die Naivität, mit der fortwährend der Scherz unserer Kinder ausgeführt wird, Äpfel und Heringe zusammenzuzählen. Man addiert ohne weiteres Gold und Silber, man addiert Wein und Most sowie Weihrauch, Honig, Öl und Fett und addiert dann diese beiden Sammelrubriken ihrerseits wieder zusammen als »volle Gefäße«.

Auf der anderen Seite wird dann freilich uns jedes Brot und jede halbe Gans vorgerechnet, die in den einunddreißig Jahren einmal in Theben geopfert und aus den Listen ersichtlich war — es wird also ein Anschein äußerster Genauigkeit aufrecht erhalten, der in Wahrheit nicht vorhanden ist.

Vermögen und Einkommen der Tempel.

Nachdem uns so Zweck und Herstellung des Buches klar geworden sind, können wir uns aufs neue an die Frage wagen, die der Papyrus uns stellt: sind die Gaben, die Ramses III. im Laufe seiner Regierung den Göttern gemacht hat, wirklich so groß, wie man dies gewöhnlich annimmt? müssen wir aus ihnen, wie ich dies selbst früher getan habe, auf eine ungesunde Begünstigung der Tempel schließen, die die Priesterschaft allmächtig machen mußte und die die Katastrophe hervorrufen konnte, die einige Jahrzehnte später dem Königtum der Ramsessiden ein Ende gemacht hat?

Beginnen wir unsere Untersuchung mit der Rubrik, die die weitaus größten Objekte enthält, derjenigen, die uns angibt, was der König den Göttern als *imj-pr* [Hieroglyphen], als *Besitztum* gegeben hat. Wir sind gewohnt, diese Gaben, die aus Menschen, Vieh, Gärten, Äckern, Schiffen, Werften und Ortschaften bestehen, als außerordentliche Geschenke des Königs anzusehen und haben uns nie gefragt, warum sie denn als eine besondere erste Rubrik voranstehen, während sie doch in der dritten Rubrik, die die *inw n nb* [Hieroglyphen] die »Königlichen Geschenke« aufzählt, stehen müßten. Warum sind die 421 362 Ochsen der Besitztumsgabe von Theben nicht mit den 297 Ochsen der dortigen Königlichen Geschenke vereinigt? Und falls die Besitztumsgabe etwa nur die wertvollsten Objekte hätte zusammenstellen sollen, warum sind alsdann nicht wenigstens die großen Summen Edelmetall in sie aufgenommen worden, die jetzt bei Kleidern, Öl und anderen Massenartikeln stehen? Dieses Rätsel löst sich sehr

einfach, wenn man die Überschrift dieser Rubrik genauer ansieht. Sie lautet bei den großen Tempeln so:

»*Zusammenstellung der Sachen, des Viehs, der Gärten, Äcker, Schiffe, Werften, Ortschaften, die der Pharao an das Haus des Gottes NN. gegeben hat als Besitztum für ewig.*«

Dabei fehlt die sonst ständige Angabe, daß diese Schenkung erfolgt sei während so und so vieler Jahre oder in jährlichen Raten. Es ist also eine einmalige Schenkung gewesen und es ist offenbar nichts anderes als die Bestätigung des Besitztums, des schon vorhandenen Tempelvermögens durch den König. Was der Gott besitzt, bestätigt ihm der neue König; er gibt es ihm auch seinerseits als ein unanfechtbares , wie das ja überall und zu allen Zeiten bei Gütern der toten Hand geschehen ist.[1]

Und wer es doch noch anstößig finden sollte, daß der König diese Bestätigung als sein Geschenk bezeichnet, der möge bedenken, daß er in der zweiten Rubrik zweifellos noch anmaßender verfährt; diese zweite Rubrik enthält ja nichts als die jährlichen Abgaben der Untertanen des Tempels, und doch ist sie als Wohltat des Königs in den Papyrus aufgenommen und trägt im thebanischen Teile die Überschrift:

»*Pflichtmäßige Lieferungen, Abgaben aller Untertanen der und der Tempel, die der König in ihre Schatzhäuser, Speicher und Scheunen als ihre jährliche Steuer gegeben hat.*«

Wie hier die eigenen Einkünfte des Tempels den Göttern schlechtweg als Gaben des Pharao vorgerechnet werden, so wird eben in jener ersten Rubrik auch das Vermögen des Tempels ohne weiteres als ein freies Geschenk des Herrschers bezeichnet. Übrigens finden wir ja die gleiche Anmaßung des Königs überall in Ägypten; er wird auf den Tempelbildern als der alleinige Priester dargestellt, er wird auf den Schenkungsstelen der Privaten als Donator vor dem Gotte abgebildet und er figuriert offiziell als der einzige Besieger der Feinde, als ob er keine Generäle hätte.

Wie zu erwarten ist, gibt die Rubrik das Vermögen nicht in der Höhe an, die es bei dem Regierungsantritte des Königs hatte, sondern in der, die es bei seinem Tode hatte, als der Papyrus zusammengestellt wurde. Das ist leicht zu erweisen. Wir treffen in diesem Vermögen schon die gefangenen Barbaren, die Ramses III. nach seinen Feldzügen den Göttern geschenkt hatte; so stehen 10, 5 und 51 *a*, 9 *Syrer und Neger von den Gefangenen seiner Majestät* verzeichnet und 10, 8 die 971 *Mšwš* von der Herde »*Ramses zerstört die Mšwš*«, die doch gewiß aus den Libyerkriegen des Königs herstammen. Und auch bei anderen dieser Einzel-

[1] Gleichzeitig mit mir ist auch Hr. Breasted zu dieser Erkenntnis gekommen.

posten (z. B. 10, 12: 7872 Mann für eine Ortschaft, *die der Pharao im Delta gemacht hat*) steht zu vermuten, daß sie Leute enthalten, die erst Ramses III. selbst dem Gotte geschenkt hatte.

Mit dieser Erkenntnis, daß die erste Rubrik der Abschnitte uns das Vermögen der Tempel aufzählt, ist etwas Wesentliches erreicht; die eigenen Gaben Ramses' III. verlieren ihre Hauptposten, die ihnen eine so fabelhafte Höhe zu verleihen schienen, und weiter wird das Vermögen der ägyptischen Tempel, von dem wir so oft als von etwas Ungeheurem gesprochen haben, eine bestimmte zahlenmäßig belegte Größe. Wenigstens für die drei großen Tempel, denn leider sind, wie das nach dem oben Dargelegten ja auch zu erwarten steht, die Angaben über das Vermögen der kleinen Tempel kaum zu verwerten. Sie sind mit dem Wenigen, was dem Redaktor über die Abgaben ihrer Untertanen bekannt war, zusammengefaßt in einer gemeinsamen Rubrik, die den Titel führt:

Zusammenstellung der Sachen, des Viehs, der Gärten, Äcker, Schiffe, Schiffswerften, Ortschaften und aller (anderen) Sachen, die der König an die Götter von Ober- und Unterägypten gegeben hat.[1]

Daß diese Sammelrubrik ganz unvollständig ist, sieht man schon aus der kleinen Zahl der in ihr genannten Tempel; gewiß haben also die vielen kleinen Heiligtümer Ägyptens mehr Untertanen gehabt als die 5811 Köpfe, und mehr Vieh als die 13433 Stück, und mehr Acker als die 36012 Aruren, die hier aufgeführt sind.

Ich stelle nun zusammen, was der Papyrus für das Vermögen und die regelmäßigen Einkünfte der Tempel ergibt.

Vermögen:

	Theben	Heliopolis	Memphis	Kleine Tempel
Menschen	81322[2]	12963	3079	5811
Vieh	421362	45544	10047	13433
Gärten	433	64	5	11
Äcker	868168 Aruren[3]	160084 Aruren	10154 Aruren	36012 Aruren
Schiffe	83	3	2	—
Werften	46	5½ (sic)	—	2
Ortschaften	65	103	1	—

[1] Also ohne *als Besitztum* und ohne *Abgaben*; beides blieb fort, da der Rubrik ja der einheitliche Charakter genommen war.

[2] Die 5164 Götterbilder, die seltsamerweise mit als Personal gezählt sind, sind abgerechnet.

[3] Ich unterdrücke die Brüche.

Abgaben der Untertanen:

	Theben	Heliopolis	Memphis	Kleine Tempel
Gold[1]	51 kg 833 g (569 d. 6½ k.)	—	—	—
Silber	997 kg 805 g (10 964 d. 9 k.)	53 kg 351 g (586 d. 3 11/12 k.)	9 kg 35 g (98 d. 3 11/12 k.)	—
Kupfer	2395 kg 120 g (26 320 d.)	114 kg 660 g (1260 d.)	—	—
Kleider	3722 Stück	1019	133½	—
Garn	345 kg 345 g (3722 d.)	—	—	—
Weihrauch, Honig, Öl	1047 verschiedene Gefäße	482	—	—
Wein und Most (? *šdḥ*)	25 405 verschiedene Gefäße	2385	390	—
Erlös von verkauften Abgaben, in Silber	328 kg 155 g (3606 d. 1 k.)	177 kg 35 g (456 d. 3½ k.)	12 kg 858 g (141 d. 3 1/10 g.)	—
Korn	309 950 [Zeichen]	17 100	37 400	13 250
Gemüse	24 650 Bund	4800	600	3300
Flachs	64 000 Bund	4000	—	3000
Vögel von den Vogelfängern	289 530 Stück	37 465	—	—
Rinder	866 Stück	98	15½ (sic)	—
Zinsgänse	744 Stück	540½ (sic)	135	—
Hölzerne Schiffe	82 Stück	8	—	—
Unverrechnet	Aus den Oasen	Aus den Oasen	Aus den Oasen	—

So weit die Zahlen, die zu mancherlei neuen Fragen Anlaß geben.

Die Abgaben, um mit diesen zu beginnen, erscheinen auf den ersten Blick hoch; aber sie sind ja auf 31 Jahre zu verteilen, und da sind sie, wie es die folgende Übersicht der Hauptposten im jährlichen Durchschnitt zeigt, durchaus nicht übermäßig.

[1] Da die Gewichte sich sicher umrechnen lassen, so gebe ich sie hier der Übersichtlichkeit halber in Grammen, füge aber die ägyptischen *dbn* und *ḳdt* dazu.

Theben: Gold 1 kg 672 g.
Silber 32 kg 189 g; als Erlös aus Verkauf 10 kg 585 g.
Kupfer 77 kg.
Kleider 120 Stück.
Wein 820 Gefäße.
Korn 10 000 [Hieroglyphe] (rund 7300 hl).
Gemüse 800 Bund.
Flachs 2000 Bund.
Vögel 9350 Stück.
Rinder 28 Stück.

Heliopolis: Silber 1 kg 721 g; als Erlös aus Verkauf 5 kg 210 g.
Kupfer 3 kg 700 g.
Kleider 33 Stück.
Wein 77 Gefäße.
Korn 550 [Hieroglyphe] (rund 400 hl).
Gemüse 155 Bund.
Flachs 130 Bund.
Vögel 1200 Stück.
Rinder 3 Stück.

Memphis: Silber 300 g; als Erlös aus Verkauf 415 g.
Kupfer —.
Kleider 4 Stück.
Wein 12 Gefäße.
Korn 1200 [Hieroglyphe] (rund 876 hl).
Gemüse 20 Bund.
Flachs —.
Vögel —.
Rinder ½ Stück.

Ich kann diesen Zahlen gegenüber sogar ein anderes Bedenken nicht unterdrücken: sind sie wirklich die gesamten Abgaben der als Eigentum der Tempel genannten Leute? Man bedenke, daß für Theben 81 322 Untertanen aufgeführt sind, für Heliopolis 12 963 und für Memphis 3079. Ich möchte glauben, daß diese Abgaben nur nebensächliche Steuern gewesen sind, die die Leute außer ihren Fronden auf den Äckern und bei den Herden der Tempel zu leisten hatten.

Gehen wir nun zur Betrachtung des Vermögens über und versuchen wir, ob wir uns seinen Umfang an der Hand der heutigen ägyptischen Verhältnisse klarmachen können.

Die 103 175 Untertanen, die die Tempel besitzen (die Summierung rechnet 113 433 heraus, gewiß nur fehlerhaft), verteilen sich auf eine Bevölkerung, die man früher gewöhnlich auf fünf bis sechs Millionen zu schätzen pflegte, die aber das neue Rezensement von 1897 auf mehr

als neun Millionen berechnet. Selbst wenn man die geringere Zahl annimmt, würde nur der fünfzigste Ägypter den Tempeln gefrondet haben, vorausgesetzt freilich, daß in diesen Zahlen der Untertanen die ganzen Familien und nicht etwa nur die arbeitsfähigen Männer aufgeführt sind.

Ähnliche Schwierigkeiten treten uns bei der Abschätzung des Grundbesitzes entgegen. Wie man heute allgemein annimmt, hat die Arure, das, 2756 qm; danach berechnen sich die Äcker der verschiedenen Tempel so:

Theben	2 392 671 697	qm	oder	rund	2393	qkm.
Heliopolis	441 191 504	»	»	»	441	»
Memphis	27 984 424	»	»	»	28	»
kleine Tempel.....	99 298 572	»	»	»	99	»
			Zusammen	rund	2961	qkm.

Welcher Teil der Äcker des Landes ist dies nun? Um diese Frage zu beantworten, müßten wir die Größe derjenigen Ländereien kennen, die unter normalen Wasserverhältnissen (d. h. ohne moderne Wasserbauten) in Ägypten unter dem Pflug stehen, leider wird aber diese Zahl sehr verschieden angegeben.

Die neuesten amtlichen Feststellungen kommen für das Kulturland von Wadi Halfa an bis zum Meere auf 23 735 qkm. Hr. von Fircks[1] gibt sogar 27 688 qkm an, obgleich er das nördliche Nubien nicht mitrechnet. Andererseits gibt von Kremer im Anfang der sechziger Jahre nur 13 931 qkm für die wirklich bebaute Fläche Ägyptens. Wollte man diese letztere Zahl der Beurteilung der antiken Verhältnisse zugrunde legen, so hätte Amon danach unter Ramses III. mehr als ein Sechstel der ägyptischen Äcker sein genannt, alle Tempel zusammen mehr als ein Fünftel. Legt man aber, wie ich es für richtiger halte, die anderen Zahlen zugrunde, so ist das Verhältnis nur halb so arg, wenn auch Amon immer noch rund ein Zehntel des ägyptischen Bodens behält.

Im Anschluß hieran fragt man sich dann weiter, wie die Erträge verwendet worden sind, die diese ungeheuren Äcker alljährlich geliefert haben müssen. Aus den Angaben, die von Kremer über die ägyptischen Ernten macht, ersieht man, daß unter den einfacheren Verhältnissen, wie sie um 1860 noch in Ägypten bestanden, der Quadratkilometer im Durchschnitt 1932 hl Gerste ergab. Demnach hätte Amon auf seinen Äckern, falls sie ganz mit Getreide bebaut gewesen wären, mehr als 4 500 000 hl im Jahre gewonnen, was in 31 Jahren rund

[1] von Fircks, Ägypten 1894, I 50.

143 000 000 hl betragen haben würde. Für Heliopolis wäre der jährliche Ertrag 850 000 hl gewesen (in 31 Jahren 26 500 000 hl), für Memphis 92 700 hl (in 31 Jahren 2 880 000 hl).

Nun wird freilich ein großer Teil des Bodens eben nicht mit Getreide, sondern mit Bohnen, Zwiebeln, Lein und Gemüsen aller Art bestellt gewesen sein; nach Kremer war um 1860 nur etwa ein Drittel mit Korn bestellt, im Altertum war es gewiß bedeutend mehr, da erst seither Reis, Mais, Zucker, Baumwolle, Durrah usw. ihren Einzug in das Niltal gehalten haben. Aber auch wenn man dieser Voraussetzung gemäß die Erträge der Felder an Korn halbiert oder drittelt, so bleiben doch noch immer so gewaltige Summen, daß man erwarten sollte, sie in den Listen des Papyrus anzutreffen. Dem ist aber nicht so. Alle in den verschiedenen Rubriken vorkommenden Getreidebeträge sind viel zu klein, als daß sie in Betracht kommen könnten. Dies erfordert eine nähere Darlegung.

Die Bestimmung der Hohlmaße unterliegt freilich noch mancherlei Zweifeln, aber darüber stimmen doch alle überein, die sich mit der ägyptischen Metrologie befaßt haben, daß das Maß ⫛, mit dem das Korn in unserm Papyrus gemessen wird, 160 Hin beträgt, d. h. einen Inhalt von rund 73 l hat. Unter dieser Voraussetzung haben die drei großen Tempel unter Ramses III. erhalten

Theben:	für die gewöhnlichen Feste	2 176 722 hl
	als Abgabe	226 263 »
	zusammen	2 402 985 hl
Heliopolis:	für die gewöhnlichen Feste	801 265 hl
	zu den Nilopfern	44 655 »
	als Abgabe	12 483 »
	zusammen	858 403 hl
Memphis:	für Feste	691 812 »
	zu den Nilopfern	2 652 »
	als Abgabe	27 302 »
	zusammen	721 766 hl

Man sieht, diese Beträge, die sich zudem doch auf die ganze Regierung verteilen, stehen so weit hinter dem zurück, was die Äcker der Tempel auch bei niedrigster Schätzung ergeben haben müssen, daß es ausgeschlossen ist, deren Ertrag hierin zu suchen. Wir erfahren also nicht, wo die großen Getreidemengen ihre Verwendung gefunden haben, die auf den Tempelgütern gewonnen wurden. Sie mögen zum guten Teil wohl zur Ernährung der Untertanen, die sie erzeugten, und der Priester verbraucht worden sein, und anderes steckt natürlich in den

fast drei Millionen Broten, die im Lauf der Jahre für die großen Opfer verwendet wurden. Aber was besagt das alles gegen die Ernte, die dem Amon alljährlich reift? Die Frage bleibt also offen, aber auf eine Möglichkeit ihrer Lösung möchte ich doch hinweisen. In diesen 31 Jahren Ramses' III. sind ja noch andere großartige Aufwendungen für diese selben Götter gemacht worden, deren Kosten sich in unserm Papyrus nicht in Zahlen darstellen. Ich meine die Neubauten der Tempel zu Medinet Habu, Tell el Jehudijeh usw. Diese Bauten fungieren als Gaben des Königs, aber sollte man dabei nicht auch das eigene Vermögen der Tempel und ihre eigenen Einkünfte mit herangezogen haben?[1]

Ein weiteres Vermögensobjekt von hohem Werte, das Vieh, läßt sich kaum beurteilen, weil der Papyrus Rinder und kleineres Vieh nicht voneinander scheidet. Und nicht besser geht es uns mit den Ortschaften, die die Götter besitzen; wir wissen nicht, ob wir uns darunter Dörfer oder Städte zu denken haben. Somit müssen wir uns mit dem Ergebnis begnügen, daß die Götter von Theben mindestens ein Zehntel der Äcker und ein Hundertstel der Bevölkerung besessen haben werden und daß die von Heliopolis und Memphis mindestens über ein Fünfzigstel der Äcker und ein Fünfhundertstel der Bevölkerung verfügt haben mögen. Die Tempel waren also sehr reich, aber sie waren nicht so reich, daß sie eine Gefahr für den Staat bilden mußten.

Wenn der Staat der Ramessiden schließlich den Hohenpriestern des Amon hat weichen müssen, so hat jedenfalls das wirtschaftliche Schwergewicht der Tempel allein dies nicht bewirkt und es müssen andere Faktoren mitgewirkt haben; unsere übliche Konstruktion dieses Teiles der ägyptischen Geschichte ist nicht haltbar.

---

[1] Ich glaube, daß dem bei den Tempeln der späten Zeit erst recht so gewesen ist, und denke, daß alle die Tempel, die im Namen des Darius, des Alexander, der Ptolemäer und der römischen Kaiser erbaut sein wollen, in der Hauptsache allmählich aus dem eigenen Vermögen der Götter errichtet sind.

Ausgegeben am 23. April.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

XXII. XXIII. XXIV.

23. 30. April 1903.

BERLIN 1903.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER

Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«.

[illegible] Donnerstags acht Tage nach [illegible]

[illegible]

[illegible] Redaction [illegible] so bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammt-Akademie oder der betreffenden Classe.

§ [illegible]

[illegible] Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 11.

1. Der Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich [illegible] Sonderabdrucke mit einem Umschlag, auf welchem der Kopf der Sitzungsberichte mit Jahreszahl, Stücknummer, Tag und Kategorie der Sitzung, darunter der Titel der Mittheilung und der Name des Verfassers stehen.

2. Bei Mittheilungen, die mit dem Kopf der Sitzungsberichte [illegible] angemessenen Titel nicht über zwei Seiten [illegible] fällt in der Regel der Umschlag fort.

3. [illegible] Verfasser, welcher Mitglied der Akademie ist, [illegible] auf Kosten der Akademie weitere gleiche Sonderabdrücke bis zur Zahl von noch hundert, und [illegible] Kosten noch weitere bis zur Zahl von zweihundert (im ganzen also 350) zu unentgeltlicher Vertheilung abziehen zu lassen, sofern er diess rechtzeitig [illegible] redigirenden Secretar angezeigt hat; wünscht er auf [illegible] Kosten noch mehr Abdrücke zur Vertheilung zu [illegible], so bedarf es der Genehmigung der Gesammt-Akademie oder der betreffenden Classe. — Nichtmitglieder erhalten [illegible] Freiexemplare und dürfen nach rechtzeitiger Anzeige bei dem redigirenden Secretar weitere 200 Exemplare auf ihre Kosten abziehen lassen.

§ 28.

1. Jede zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Wenn schriftliche Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder direct bei der Akademie oder bei einer der Classen eingehen, so hat sie der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

[Aus] § 41, 2. — Für die Aufnahme bedarf es [illegible] Genehmigung der Akademie oder [illegible]. Ein darauf gerichteter Antrag kann, sobald das Manuscript druckfertig vorliegt, [illegible] zur Abstimmung gebracht werden.]

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte, jedoch nicht für die [illegible] kurzen Inhaltsangaben der [illegible] verantwortlich. Für diese wie für alle übrigen Theile der Sitzungsberichte sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.

[illegible] Schriftenreihe [illegible]

[illegible] Fertigstellung des Register

SITZUNGSBERICHTE 1903.
XXII.
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

23. April. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Vahlen.

*1. Hr. Lenz las über norddeutsche Insurrectionspläne im Jahre 1807.

Der Gedanke, durch einen Aufstand im Rücken Napoleon's dem jenseits der Weichsel schwer ringenden russisch-preussischen Heere Luft zu schaffen, taucht seit dem Januar 1807 von verschiedenen Seiten auf; das Geheime Staatsarchiv bewahrt neben Plänen, die im Hauptquartier selbst entstanden sind (Knesebeck's und Scharnhorst's), Entwürfe von Ludwig von Vincke, dem Obersten von Ivernois und dem Fürsten Wittgenstein; zu den Eingeweihten gehörten vor Anderen Blücher und Dörnberg. Die Absicht richtete sich allerseits in erster Linie auf eine englische Landung in der Ems- oder Wesermündung und die Insurgirung der hessisch-niedersächsischen Staaten und Provinzen, daneben auch auf den Vorstoss eines schwedisch-preussischen Corps von Schwedisch-Pommern aus. Zusammenhang, Entwickelung, die Aussichten auf ein Gelingen und die Ursachen des Scheiterns der Entwürfe wurden dargelegt.

2. Hr. Munk überreichte im Namen von Hrn. Prof. C. Wernicke in Breslau den von ihm mit Unterstützung der Akademie herausgegebenen Atlas des Gehirns in photographischen Originalen, Abtheilung III. 21 Sagittalschnitte durch eine Grosshirnhemisphäre hergestellt und erläutert von Dr. Otfried Förster. Breslau 1903.

3. Der Vorsitzende legte vor den 3. Band der von dem correspondirenden Mitgliede Hrn. Koenigsberger verfassten Biographie von Hermann von Helmholtz. Braunschweig 1903; ferner das von Hrn. de Boor mit Unterstützung der Akademie bearbeitete Werk Excerpta historica iussu Imp. Constantini Porphyrogeniti confecta. Vol. I. Excerpta de legationibus. Pars 1. 2. Berolini 1903.

4. Die philosophisch-historische Classe hat zu wissenschaftlichen Unternehmungen bewilligt: Hrn. Sachau zur Photographirung einer bisher unbekannten syrischen Handschrift des syrisch-römischen Rechtsbuches 100 Mark; Hrn. Privatdocenten Dr. Josef Horovitz in Berlin

zu einer Reise nach London zwecks Vergleichung einer Handschrift für die Ausgabe des Ibn Saad 470 Mark; Hrn. Oberlehrer Dr. Theodor Kükelhaus in Düsseldorf zur Fortsetzung seiner Studien in Frankreich und Spanien über Richelieu's Mitarbeiter Faucan 500 Mark; Hrn. Prof. Dr. Friedrich Schulthess in Göttingen zur Herausgabe eines Lexicon syropalaestinum 2000 Mark; Hrn. Prof. Dr. Friedrich Schwally in Giessen zu einer Orientreise zum Zweck von Koranstudien und Untersuchung von islamitischen Bauten 2600 Mark; Hrn. Prof. Dr. Wilhelm Stieda in Leipzig zur Herausgabe des ersten Bandes eines Werkes »Briefe und Handelsbücher eines hansischen Kaufmanns aus der Zeit von 1395—1441« 1000 Mark; Hrn. Prof. Dr. Ulrich Wilcken in Halle a. S. zur Vollendung einer von ihm vorbereiteten Sammlung der ptolemäischen Papyrusurkunden 1000 Mark.

Ausgegeben am 7. Mai.

SITZUNGSBERICHTE

1903.

XXIII.

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

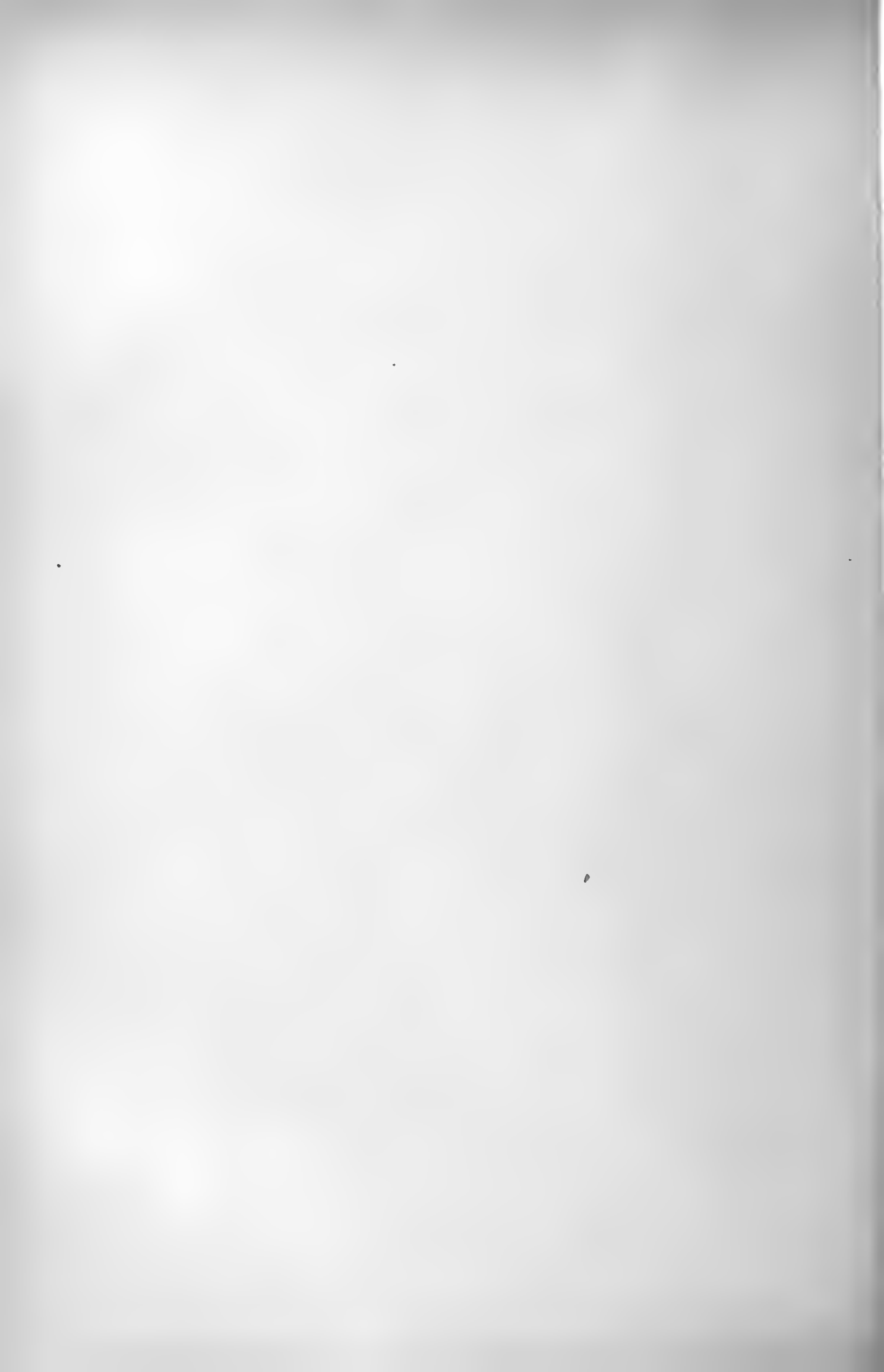
30. April. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Vahlen.

*Hr. Dressel las über griechische Münzen aus den neuesten Erwerbungen des Kgl. Cabinets.

1. Aus dem Vergleich gewisser Münzen, welche das halb vom Rücken gesehene Brustbild des Kaisers darstellen, ergiebt sich, dass der grosse Augustuscameo im British Museum zwischen dem Ende des II. und der Mitte des III. Jahrhunderts entstanden ist. — 2. Das bisher als Spielurne gedeutete Geräth auf Münzen mit agonistischen Darstellungen ist vielmehr eine Preiskrone. — 3. Bei den grossen Festspielen wurden ausser dem Hauptpreise auch kleine Götterbilder und Götterattribute als religiöse Andenken vertheilt. — 4. Auf einer bisher noch unbekannten Münze von Kynaitha (Arkadien) ist der Marktplatz dargestellt. — 5. Ein hervorragend schönes Porträt Alexanders des Grossen auf einem Tetradrachmon des Lysimachus.

Ausgegeben am 7. Mai.



1903.
XXIV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

---

30. April. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

---

1. Hr. Planck las: Zur elektromagnetischen Theorie der selectiven Absorption in isotropen Nichtleitern.

Versinnlicht man die selective Absorption graphisch durch eine Curve, in welcher die Wellenlängen als Abscissen, die Extinctionscoefficienten als Ordinaten auftreten, so ergibt die Theorie für die Form dieser Extinctionscurven drei charakteristisch verschiedene Typen, je nachdem das Maximum des Extinctionscoefficienten im Vergleich zur Einheit gross, klein oder mittelgross ist. Für jeden dieser drei Typen lässt sich die Realisirung in der Natur an vorliegenden Messungen nachweisen.

2. Hr. van't Hoff machte eine Mittheilung über die Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzablagerungen: XXXI. Die untere Temperaturgrenze der Bildung von Vanthoffit bei 46°.

Gemeinschaftlich mit Hrn. Just wurde festgestellt, dass die untere Bildungsgrenze des kürzlich von Kubierschky entdeckten Minerals $(SO_4)_4MgNa_6$ bei 46° liegt; dieselbe ist die höchste der bis jetzt festgestellten Bildungstemperaturen von Salzlagermineralien.

3. Hr. Möbius legte einen Bericht des Hrn. Dr. H. Lohmann in Kiel vor über seine gelegentlich einer Lothungsfahrt der Norddeutschen Seekabelwerke mit Unterstützung der Akademie ausgeführten biologischen Untersuchungen im nordatlantischen Ocean. (Ersch. später.)

Es wird erstens berichtet, welche Thier- und Pflanzenformen während einer 61 Tage dauernden Fahrt in dem an der Oberfläche schwimmenden Auftrieb von Bord aus gesehen und in dem durch Müllergaze und noch feinere Hülfsmittel gewonnenen Plankton gefunden wurden. Auch die vom Schiff aus beobachteten Vögel, Wale und Fische werden angeführt. Zweitens wird ausgeführt, dass der rothe Tiefseeschlamm in 5000—6000 Meter Tiefe unmittelbar in den aus continentalen Detitrusmassen gebildeten blauen Thon übergeht, dass beide viele Schalen von *Coscinodiscus*, Globigerinen und Coccolithen enthalten und dass im Wasser unmittelbar über dem Grund auch lebende Rhizopoden nachgewiesen werden konnten.

Zur elektromagnetischen Theorie der selectiven Absorption in isotropen Nichtleitern.

Von Max Planck.

Einleitung.

Im vorigen Jahre habe ich die Grundzüge einer elektromagnetischen Theorie der Dispersion in isotropen Nichtleitern entworfen[1], welche im Wesentlichen als eine Weiterbildung oder Modification der von H. A. Lorentz aufgestellten Dispersionstheorie anzusehen ist und sich von dieser nur in den Voraussetzungen über die Natur der in dem betrachteten Medium stattfindenden elementaren Resonatorschwingungen, insbesondere ihrer Dämpfung, unterscheidet. Die Frage, ob und inwieweit diese Theorie die Thatsachen im Einzelnen wiederzugeben geeignet ist, kann nur dann geprüft werden, wenn die Folgerungen der Theorie für solche Einzelfälle ausgearbeitet werden, welche zugleich auch einer hinreichend genauen experimentellen Behandlung zugänglich sind. Angesichts der ziemlich zahlreichen einschränkenden Voraussetzungen, welche der Gültigkeit der Theorie von vornherein zu Grunde liegen, und die ich unten im § 1 zusammengestellt habe, ist allerdings die Anzahl dieser Fälle bis jetzt einigermaassen beschränkt. Am besten noch sind die Voraussetzungen der Theorie im Allgemeinen erfüllt für Gase, weil hier allein die Abstände der Resonatoren mit voller Sicherheit als gross gegen ihre Dimensionen betrachtet werden können. Indessen liegen gerade für Gase nur wenige quantitative Messungen im Gebiet der anomalen Dispersion vor. Geht man aber zum flüssigen Aggregatzustand über und wählt, um die Gültigkeit jener Voraussetzung nicht einzubüssen, sehr verdünnte Lösungen eines dispergirenden und selectiv absorbirenden Stoffes, so wirkt hier der Einfluss des Lösungsmittels störend ein. Immerhin wird sich von vornherein vermuthen lassen, dass dieser unerwünschte Einfluss sich

[1] Diese Berichte vom 1. Mai 1902, S. 470.

bei der Absorption in weniger starkem Maasse geltend machen wird als bei der Dispersion, insofern das reine Lösungsmittel zwar immer merkliche Dispersion zeigen wird, aber doch in vielen Fällen als vollkommen durchsichtig betrachtet werden kann.

Ich habe daher im Folgenden die in meiner vorigen Arbeit aufgestellten Gleichungen der Theorie auf die Erscheinungen der selectiven Absorption angewandt und ihre Consequenzen entwickelt, zunächst ganz unabhängig von irgend einer weiteren aus der Erfahrung geschöpften Annahme, und zwar mit besonderer Berücksichtigung des Einflusses, welchen die Vertheilungsdichte der Resonatoren, d. h. die in der Volumeneinheit enthaltene Anzahl derselben, auf die selective Absorption besitzt, selbstverständlich bei constant gehaltener gleichmässiger Temperatur. Die Hauptresultate will ich hier kurz anführen.

Das Verhalten eines Mediums in Bezug auf selective Absorption lässt sich bekanntlich am einfachsten dadurch graphisch versinnlichen, dass man den Extinctionscoefficienten als Function der Wellenlänge durch eine Curve darstellt. Man erhält dann aus der Theorie für die Form dieser »Extinctionscurve« drei wesentlich von einander verschiedene Typen, je nachdem das Maximum des Extinctionscoefficienten gross gegen 1 oder klein gegen 1 oder von mittlerer Grösse ist. Die Extinctionscurven des ersten Typus enthalten einen breiten Streifen metallischer Absorption, dessen Maximum aber nicht mit der Wellenlänge der Eigenperiode eines einzelnen Resonators zusammenfällt, sondern gegen diese mehr oder weniger beträchtlich nach der Seite der längeren Wellen (nach rechts) verschoben erscheint. Der Abfall der Extinctionscurve vom Maximum nach der Seite der längeren Wellen ist immer steiler als der nach der entgegengesetzten Seite. Mit zunehmender Vertheilungsdichte der Resonatoren rückt das Maximum der Extinction immer weiter nach der Seite der längeren Wellen, zugleich verbreitert sich der ganze Streifen, und zwar nach rechts hin stärker als nach links. Die Extinctionscurven des zweiten Typus zeigen im Gegensatz dazu einen ganz schmalen Absorptionsstreifen, dessen Maximum mit der Wellenlänge der Eigenperiode eines Resonators zusammenfällt. Der Abfall der Curve vom Maximum nach beiden Seiten ist nahe symmetrisch. Mit zunehmender Vertheilungsdichte der Resonatoren erhöht und verbreitert sich die Extinctionscurve, ohne dass das Maximum von seiner Stelle rückt, und zwar ändert sich der Extinctionscoefficient proportional der Vertheilungsdichte, entsprechend dem von A. Beer[1] aufgestellten Gesetz. Zwischen diesen beiden extremen Typen bilden die Extinctionscurven des dritten Typus einen continuirlichen Übergang.

---

[1] A. Beer, Pogg. Ann. 86, S. 78, 1852.

Für jeden der drei genannten Typen mit den angegebenen Eigenschaften lässt sich die Realisirung in der Natur an vorliegenden Messungen nachweisen.

§ 1. Voraussetzungen der Theorie.

Zur besseren Übersicht über die verschiedenen Bedingungen, welche bei einer Prüfung der Theorie durch Messungen im Auge zu behalten sind, seien die Voraussetzungen der Theorie hier noch einmal zusammengestellt.

Die elektromagnetischen Resonatoren, durch welche die selective Absorption bewirkt wird, sind alle als gleichartig und mit einer einzigen deutlich ausgesprochenen Eigenperiode, d. h. mit einem kleinen logarithmischen Dämpfungsdecrement behaftet angenommen. Sie ruhen in einem Vacuum, in völlig unregelmässiger Anordnung, doch so, dass erstens der mittlere Abstand zweier benachbarter Resonatoren gross ist gegen die Leardimensionen eines Resonators, und dass zweitens die in irgend einem Raumtheil enthaltene Anzahl von Resonatoren, falls sie nur gross ist, der Grösse des Raumtheils proportional ist. Der ganze von den Resonatoren selber eingenommene Raum ist daher klein gegen den zwischen den Resonatoren befindlichen Raum, der alle physikalischen Eigenschaften des reinen Vacuums besitzt.

Endlich ist angenommen, dass die Länge der in dem Medium fortschreitenden Wellen gross ist gegen den Abstand zweier benachbarter Resonatoren. Ob diese Bedingung hinreichend erfüllt ist, und inwieweit die theoretischen Formeln eventuell auch ohne sie die thatsächlichen Erscheinungen wiederzugeben vermögen, hängt nicht von der Beschaffenheit des Mediums an sich, sondern von der Art des betrachteten speciellen Vorgangs darin ab und muss für jeden Fall besonders untersucht werden.

§ 2. Verschiedene Formen der Extinctionscurve.

In meiner Eingangs erwähnten Abhandlung (S. 488) habe ich für eine ebene, der Zeit nach periodische Welle folgende Werthe für den Brechungsindex ν und den Extinctionscoefficienten $\varkappa$ der Wellenamplitude abgeleitet[1]:

$$\left.\begin{aligned} \nu^2 &= \frac{\sqrt{(\alpha^2+\beta^2-\alpha)^2+\beta^2}+(\alpha^2+\beta^2-\alpha)}{2(\alpha^2+\beta^2)} \\ \varkappa^2 &= \frac{\sqrt{(\alpha^2+\beta^2-\alpha)^2+\beta^2}-(\alpha^2+\beta^2-\alpha)}{2(\alpha^2+\beta^2)} \end{aligned}\right\} \quad (1)$$

[1] $\varkappa$ ist hierbei dadurch definirt, dass eine Strahlung von der auf das Vacuum bezogenen Wellenlänge λ nach Zurücklegung der Strecke λ auf den Bruchtheil $e^{-4\pi\varkappa}$ ihrer anfänglichen Intensität herabsinkt.

wobei:

$$\alpha = \frac{\lambda_0^2 - (1-g)\lambda^2}{3g\lambda^2}, \qquad \beta = \frac{\sigma\lambda_0}{3\pi g\lambda}. \tag{2}$$

λ ist die Wellenlänge des einfallenden Lichtes, bezogen auf das reine Vacuum, λ_0 die Wellenlänge der Eigenschwingung eines einzelnen, isolirt gedachten Resonators, ebenfalls bezogen auf das reine Vacuum. Ferner ist σ das als klein vorausgesetzte logarithmische Dämpfungsdecrement der Schwingungsamplitude eines einzelnen isolirten Resonators, und endlich:

$$g = \frac{\sigma N \lambda_0^3}{4\pi^3} \quad (< 1) \tag{3}$$

wenn N die in der Volumeneinheit enthaltene Anzahl der Resonatoren vorstellt.

Von den drei für die optischen Eigenschaften des betrachteten Mediums charakteristischen Constanten λ_0, σ und g hängen also λ_0 und σ nur von der Natur eines einzelnen Resonators, g dagegen auch von der Anordnung der Resonatoren im Raume ab. Dieser Umstand gestattet es, aus der Theorie einige Schlüsse zu ziehen auf die Abhängigkeit des Brechungsindex und des Extinctionscoefficienten von der Verteilungsdichte N der Resonatoren, welche der Grösse g proportional ist. Aus dem in der Einleitung angeführten Grunde ist hier jedoch nur der Extinctionscoefficient $\varkappa$ in Betracht gezogen.

Wenn wir uns die Werthe von λ als Abscissen, die zugehörigen Werthe von $\varkappa$ als Ordinaten aufgetragen denken, so erhalten wir eine Curve, die wir kurz als Extinctionscurve bezeichnen wollen. Die Gestalt dieser Curve und ihre Veränderlichkeit mit der Vertheilungsdichte N der Resonatoren ist es, welche den Gegenstand der folgenden Untersuchungen bildet. Welche Form die Extinctionscurve im Grossen und Ganzen annimmt, ist bekannt und schon oft graphisch veranschaulicht worden. Die Ordinate verschwindet für sehr grosse und für sehr kleine Werthe von λ, und sie besitzt ein einziges Maximum in der Gegend von λ_0. Doch ergiebt eine nähere Betrachtung, dass im Einzelnen ganz verschiedene Formen dieser Curve möglich sind, und dass die verschiedenen Formen sich auch gegenüber Änderungen in der Vertheilungsdichte N der Resonatoren typisch verschieden verhalten. Am übersichtlichsten lassen sich diese Fälle unterscheiden, wenn man den Werth des Quotienten $\frac{g}{\sigma}$ in's Auge fasst. Nach den Voraussetzungen der Theorie ist σ stets eine kleine Zahl. Dagegen kann g innerhalb der Grenzen 0 und 1 von vorn herein jeden beliebigen Werth besitzen, und daher kann der genannte Quotient grosse, mittlere und kleine Werthe gegen 1 annehmen. Der Werth von $\frac{g}{\sigma}$ steht nun, wie sich

im Folgenden zeigen wird, in unmittelbarer Beziehung zu dem Maximalwerth, welchen der Extinctionscoefficient $\varkappa$ annehmen kann, also mit dem Maximum der Extinctionscurve. Daher wollen wir im Folgenden drei typische Fälle unterscheiden, je nachdem der Maximalwerth des Extinctionscoefficienten gross, klein oder mittelgross ist.

§ 3. Extinctionscurven des ersten Typus. Das Maximum des Extinctionscoefficienten ist gross gegen Eins.

Wir setzen hier den Fall voraus, dass der Quotient $\frac{g}{\sigma}$ einen grossen Werth besitzt.[1] Dabei ist σ klein, und g ein gewisser echter positiver Bruch. β hat dann einen kleinen positiven Werth, da der Fall, dass λ klein ist gegen λ_0, hier keiner besonderen Behandlung bedarf. Dann lässt sich der Ausdruck von $\varkappa^2$ nach steigenden Potenzen von β entwickeln, vorausgesetzt, dass nicht $\alpha^2-\alpha$ klein ist, d. h. dass α weder nahezu $=1$, noch nahezu $=0$. Unter dieser Voraussetzung ergiebt sich, da die Quadratwurzel in (1) positiv ist:

1. für $\alpha > 1$ oder $\alpha < 0$

$$\left(\lambda^2 < \frac{\lambda_0^2}{1+2g} \text{ oder } \lambda^2 > \frac{\lambda_0^2}{1-g}\right)$$

$$\varkappa^2 = \frac{\beta^2}{4\alpha^3(\alpha-1)} = \frac{9\sigma^2 g^2 \lambda_0^2 \lambda^6}{4\pi^2[\lambda_0^2-(1-g)\lambda^2]^3[\lambda_0^2-(1+2g)\lambda^2]} \quad \text{(klein).}$$

Dies ist das Gebiet der normalen Dispersion. Für $\lambda = 0$ und $\lambda = \infty$ verschwindet $\varkappa$ ganz.

2. für $1 > \alpha > 0$

$$\left(\frac{\lambda_0^2}{1-g} > \lambda^2 > \frac{\lambda_0^2}{1+2g}\right)$$

$$\varkappa^2 = \frac{1}{\alpha} - 1 = \frac{(1+2g)\lambda^2-\lambda_0^2}{\lambda_0^2-(1-g)\lambda^2} \quad \text{(mittelgross).}$$

Dies ist das Gebiet der anomalen Dispersion. Hierher gehören auch die Werthe:

$$\alpha = \frac{1}{2}, \qquad \lambda = \frac{\lambda_0}{\sqrt{1+\frac{g}{2}}}, \qquad \varkappa^2 = 1$$

und

$$\alpha = \frac{1}{3}, \qquad \lambda = \lambda_0, \qquad \varkappa^2 = 2.$$

Nun sind noch die beiden bisher ausgenommenen Specialgebiete zu betrachten.

[1] Dies ist der einzige Fall, auf den ich in meiner ersten Abhandlung etwas näher eingegangen bin.

3. Ist α nahezu $= 1$ $\left(\lambda^2 \text{ nahezu } = \frac{\lambda_0^2}{1+2g}\right)$, und zwar so, dass $1-\alpha$ von der Grössenordnung β, so wird:

$$\varkappa^2 = \frac{\sqrt{(\alpha-1)^2+\beta^2}-(\alpha-1)}{2} \quad \text{(klein)}.$$

Für $\alpha = 1$ $\left(\lambda^2 = \frac{\lambda_0^2}{1+2g}\right)$ wird:

$$\varkappa^2 = \frac{\beta}{2} = \frac{\sigma\sqrt{1+2g}}{6\pi g} \quad \text{(klein)}.$$

4. Ist α nahezu $= 0$, und zwar von der Grössenordnung von β, so wird:

$$\varkappa^2 = \frac{\sqrt{\alpha^2+\beta^2}+\alpha}{2(\alpha^2+\beta^2)} \quad \text{(gross)}. \tag{4}$$

In diesem Gebiet liegt auch das Maximum von $\varkappa$, welches eintritt für $\alpha = \frac{\beta}{\sqrt{3}}$, und den Werth besitzt:

$$\varkappa_m^2 = \frac{3\sqrt{3}}{8\beta}$$

Für die Wellenlänge des Maximums ergiebt sich, wenn g nicht sehr nahe $= 1$ ist,

$$\lambda_m^2 = \frac{\lambda_0^2}{1-g}\left(1 - \frac{\sigma}{\pi\sqrt{3(1-g)}}\right)$$

und daraus:

$$\varkappa_m^2 = \frac{9\pi g}{8\sigma}\sqrt{\frac{3}{1-g}}.$$

Für $\lambda^2 = \frac{\lambda_0^2}{1-g}$ wird dagegen:

$$\varkappa^2 = \frac{3\pi g}{2\sigma\sqrt{1-g}}.$$

Aus diesen Daten entwickelt sich folgendes Bild einer Extinctionscurve von dem hier betrachteten Typus.

Die Curve verläuft, von kleinen Wellenlängen (links) anfangend, zunächst ganz nahe an der Abscissenaxe, mit wachsenden Wellenlängen (nach rechts) langsam ansteigend. Auch da, wo die Wellenlänge in das Gebiet der anomalen Dispersion übergeht, für $\lambda^2 = \frac{\lambda_0^2}{1+2g}$, besitzt $\varkappa$ noch einen kleinen Werth. Von nun ab erfolgt das Ansteigen der Curve schneller, der Extinctionscoefficient geht zu mittelgrossen Werthen über; den Werth 1 erreicht er für $\lambda^2 = \frac{\lambda_0^2}{1+\frac{g}{2}}$, den Werth $\sqrt{2}$ für $\lambda^2 = \lambda_0^2$. Doch erst, wenn λ^2 in die Nähe von $\frac{\lambda_0^2}{1-g}$

kommt, nimmt $\varkappa$ grosse Werthe an. Das Maximum erreicht $\varkappa$ dicht vor $\lambda^2 = \frac{\lambda_0^2}{1-g}$, ist auch für $\lambda^2 = \frac{\lambda_0^2}{1-g}$ noch gross, fällt aber dann sehr steil von grossen zu kleinen Werthen ab, die nun bei weiter wachsender Wellenlänge sich langsam asymptotisch der Null nähern.

Charakteristisch für das Bild der Extinctionscurve ist also die unsymmetrische Form: das allmähliche Ansteigen links vom Maximum, durch das ganze Gebiet der anomalen Dispersion hindurch, und das plötzliche Abfallen rechts, am Ende dieses Gebiets. Wenn wir als Streifen der »metallischen Absorption« dasjenige Gebiet bezeichnen, für welches $\varkappa > 1$, so bildet dies nur einen am rechten Ende gelegenen Theil des ganzen Gebietes der anomalen Dispersion, es erstreckt sich nämlich nur von $\lambda^2 = \frac{\lambda_0^2}{1+\frac{g}{2}}$ bis $\lambda^2 = \frac{\lambda_0^2}{1-g}$, bis auf Grössen höherer Ordnung. Die Breite des Streifens der metallischen Absorption beträgt also, in Wellenlängen ausgedrückt:

$$\lambda_0 \cdot \left(\frac{1}{\sqrt{1-g}} - \frac{1}{\sqrt{1+\frac{g}{2}}} \right).$$

Die Stelle λ_0 der Eigenschwingung eines isolirt gedachten Resonators liegt nicht in der Mitte des Streifens, sondern mehr nach der Seite der kürzeren Wellen zu.

Fragen wir nun weiter nach dem Einfluss, welchen die Grösse g, die der Anzahl N der in der Volumeneinheit enthaltenen Resonatoren proportional ist, auf die Gestalt der Extinctionscurve besitzt. Für die Breite des Absorptionsstreifens kommt, wie man sieht, allein der Werth von g in Betracht, während die Grösse der Maximalabsorption ausserdem auch noch von σ abhängt. Lassen wir nun, bei constantem λ_0 und σ, g wachsen, von kleinen Werthen angefangen, indem wir die Vertheilungsdichte N immer grösser nehmen, so wird sich der Streifen der metallischen Absorption verbreitern und die Maximalabsorption wird sich erhöhen. Doch erfolgt die Verbreiterung nicht gleichmässig nach beiden Seiten, sondern nach der Seite der längeren Wellen (nach rechts) viel stärker, bis schliesslich über das ganze Spectrum hinaus, während nach der Seite der kürzeren Wellen der Streifen nie über eine bestimmte mässige Grenze hinausrückt, die durch den Werth $\lambda^2 = \frac{2}{3}\lambda_0^2$ gegeben ist. Damit hängt zusammen, dass auch die Stelle λ_m des Maximums der Extinction sich mit wachsendem g immer weiter nach rechts verschiebt.

Hierbei entsteht nun die Frage, ob die Verschiebung des Extinctionsmaximums nach Seite der längeren Wellen den Betrag der

Erhöhung und Verbreiterung der Extinctionscurve vielleicht derart überwiegt, dass eine Extinctionscurve mit kleinerem g von einer Extinctionscurve mit grösserem g, statt von ihr ganz eingeschlossen zu werden, in zwei reellen Punkten geschnitten wird. Im letzteren Falle würde es gewisse, links vom Maximum gelegene Wellenlängen geben, welche trotz der gleichzeitigen Erhöhung und Verbreiterung der Extinctionscurve mit wachsendem g einen abnehmenden Extinctionscoefficienten aufweisen, im directen Gegensatz zu dem BEER'schen Gesetz der Proportionalität von Extinction und Vertheilungsdichte. Ein Blick auf die im Vorstehenden zusammengestellten Daten zeigt, dass dieses einigermaassen auffallende Verhalten thatsächlich von der Theorie gefordert wird. Denn für $\lambda = \lambda_0$ ist $\varkappa^2 = 2$, ganz unabhängig von g. Durch den Punkt $\lambda = \lambda_0$, $\varkappa = \sqrt{2}$ geht also bei wachsendem g die Extinctionscurve stets hindurch, und eine nähere Betrachtung lehrt sogleich, dass links von diesem Punkte $\varkappa$ mit g zugleich wächst, rechts aber, für grössere Wellenlängen, $\varkappa$ mit wachsendem g, bei constantem λ, abnimmt. Da nun der Maximalwerth $\varkappa_m$ jedenfalls mit g wächst, so muss noch ein zweiter Punkt existiren, in welchem eine Extinctionscurve von einer anderen mit grösserem g geschnitten wird. Man erhält diesen Punkt, wenn man den Ausdruck (4.) von $\varkappa^2$ bei constantem λ nach g differenzirt und den Differentialquotienten $= 0$ setzt. Es ergiebt sich dann: $\alpha = \frac{\beta}{\sqrt{3}}$, also $\lambda = \lambda_m$, $\varkappa = \varkappa_m$. Das heisst: eine jede Extinctionscurve hat mit einer unendlich benachbarten, durch einen etwas verschiedenen Werth von g bedingten Extinctionscurve die beiden Punkte $\lambda = \lambda_0$, $\varkappa = \sqrt{2}$ und $\lambda = \lambda_m$, $\varkappa = \varkappa_m$ gemeinsam. Für alle Wellenlängen zwischen diesen beiden Punkten, die also sämmtlich dem Gebiet der metallischen Absorption angehören, nimmt $\varkappa$ mit wachsendem g ab; für alle Wellenlängen ausserhalb dieser Punkte nimmt $\varkappa$ zu. Die Extinctionscurve dreht sich mit wachsendem g um den festen Punkt $\lambda = \lambda_0$, $\varkappa = \sqrt{2}$, indem sie sich zugleich nach oben und nach rechts erweitert. Dabei wird ihre Form immer unsymmetrischer: der Abfall vom Maximum der Extinction nach der Seite der kürzeren Wellen immer flacher, der nach der Seite der längeren Wellen immer steiler.

§ 4. Extinctionscurven des zweiten Typus. Das Maximum des Extinctionscoefficienten ist klein gegen Eins.

Ein von dem vorigen Typus gänzlich abweichendes Verhalten zeigt die Extinctionscurve, wenn der Quotient $\frac{g}{\sigma}$ einen kleinen Werth besitzt. Da σ klein, so muss hier g von höherer Ordnung klein sein.

Dadurch wird β gross, während α grosse, mittlere und kleine Werthe annehmen kann.

Nehmen wir der Allgemeinheit halber α von gleicher Grössenordnung wie β, so ergiebt sich, da α und β gross sind, aus (1) durch passende Entwicklung der Quadratwurzel:

$$\varkappa^2 = \frac{\beta^2}{4(\alpha^2+\beta^2)^2}$$

$$\varkappa = \frac{\beta}{2(\alpha^2+\beta^2)} \quad \text{(klein)}.$$

Diese Formel gilt in erster Annäherung für das ganze Gebiet der Absorption. Dabei kann gesetzt werden:

$$\alpha = \frac{2(\lambda_0-\lambda)}{3g\lambda_0}, \qquad \beta = \frac{\sigma}{3\pi g}.$$

Also:

$$\varkappa = \frac{\dfrac{3\pi g}{2\sigma}}{1+\dfrac{4\pi^2(\lambda-\lambda_0)^2}{\sigma^2\lambda_0^2}}.$$

Der Maximalwerth von $\varkappa$ ist:

$$\varkappa_m = \frac{1}{2\beta} = \frac{3\pi g}{2\sigma} \quad \text{(klein)},$$

er wird erreicht für $\lambda = \lambda_0$. Von metallischer Absorption ist natürlich hier nicht mehr die Rede. Zu beiden Seiten des Maximums fällt die Extinctionscurve symmetrisch ab, zunächst steil, dann immer flacher verlaufend. Mit wachsendem g wächst $\varkappa$ für alle Wellenlängen proportional g, entsprechend dem Beer'schen Absorptionsgesetz. In Folge dessen erhöht und verbreitert sich die Extinctionscurve, und zwar symmetrisch nach beiden Seiten, so dass jede folgende Curve die vorhergehende ganz einschliesst.

§ 5. Extinctionscurven des dritten Typus. Das Maximum des Extinctionscoefficienten ist eine mittelgrosse Zahl.

Zwischen die beiden in den vorigen Paragraphen betrachteten extremen Fälle, dass der Quotient $\frac{g}{\sigma}$ einen grossen, und dass er einen kleinen Werth besitzt, reiht sich der im Folgenden zu untersuchende Fall, dass $\frac{g}{\sigma}$ mittelgross ist, als verbindendes Glied ein. Er bildet den stetigen Übergang von den Extinctionscurven des Typus I zu denen des Typus II und umfasst somit jene beiden Typen mit als Grenzfälle. Doch bildet er insofern wieder eine Specialisirung des ersten Falles, als g hier nicht, wie dort, irgend ein echter Bruch sein

kann, sondern nothwendig eine kleine Zahl ist, und in Folge dessen der Absorptionsbezirk nur einen schmalen Raum im Spectrum einnimmt.

Auch ohne besondere Rechnungen anzustellen, kann man schon eine Vorstellung von der Gestalt der Extinctionscurven dieses Typus gewinnen, wenn man bedenkt, dass durch stetig wachsende g, von sehr kleinen Werthen angefangen bis gegen 1 hin, die Curven aus dem Typus II, sich stetig erhöhend, verbreiternd und schliesslich auch nach rechts hin verschiebend, in die des Typus I übergehen müssen. Die allgemeine Bedingung des Maximums des Extinctionscoefficienten $\varkappa$ erhält man aus der Gleichung (1) durch Differentiation nach α und Nullsetzen des Differentialquotienten, wobei zu bedenken ist, dass $\frac{d\beta}{d\alpha} = \frac{\sigma\lambda}{2\pi\lambda_0}$ als kleine Zahl gegen 1 vernachlässigt werden kann. Dann gelangt man zu der Gleichung:

$$4\alpha^3 - 3\alpha^2 - 4\alpha\beta^2 + \beta^2 = 0\,. \tag{5}$$

Diese in α cubische Gleichung besitzt 3 reelle Wurzeln α, die grösste zwischen $\frac{3}{4}$ und ∞, die mittlere zwischen 0 und $\frac{1}{4}$, die kleinste zwischen 0 und $-\infty$. Nur die mittlere Wurzel kommt für den vorliegenden Fall in Betracht; denn die beiden anderen Wurzeln entsprechen nach (1) dem Maximum und dem Minimum des Brechungsexponenten ν. Setzt man zur Vereinfachung:

$$\cos^2\varphi = \frac{1}{\left(\frac{16\beta^2}{3} + 1\right)^3}\,, \qquad 0 < \varphi < \frac{\pi}{2}$$

wobei, da g klein ist, $\beta = \frac{\sigma}{3\pi g}$ (mittelgross) angenommen werden kann, so ist die gesuchte Wurzel:

$$\alpha_m = \frac{1}{4} - \frac{\cos\frac{\varphi+\pi}{3}}{2\sqrt[3]{\cos\varphi}}$$

Hierdurch ist das Maximum von $\varkappa$ bestimmt; denn es ergiebt sich aus (2), sowie (1) und (5):

$$\lambda_m^2 = \frac{\lambda_0^2}{1 - g\,(1 - 3\alpha_m)}$$

$$\varkappa_m^2 = \frac{3\alpha_m^2 + \beta^2}{4\alpha_m\,(\alpha_m^2 + \beta^2)} - 1\,.$$

Für grosse Werthe von $\frac{g}{\sigma}$ $\left(\varphi = 4\beta\,,\ \alpha_m = \frac{\beta}{\sqrt{3}}\right)$ und für kleine Werthe von $\frac{g}{\sigma}$ $\left(\varphi = \frac{\pi}{2} - \frac{3\sqrt{3}}{64\beta^3}\,,\ \alpha_m = \frac{1}{4} - \frac{1}{32\beta^2}\right)$ gehen λ_m und $\varkappa_m$ in die in den vorigen Paragraphen aufgestellten speciellen Ausdrücke über, wie es sein muss.

Der Abfall der Extinctionscurve zu beiden Seiten des Maximums erfolgt unsymmetrisch, nach der Seite der grösseren Wellenlängen steiler als nach der entgegengesetzten Seite.

Lassen wir nun, von sehr kleinen Werthen von g angefangen, durch Vergrösserung der Vertheilungsdichte N der Resonatoren g allmählich bis gegen 1 wachsen, und betrachten die damit verbundenen Änderungen der Form der Extinctionscurve in allgemeinen Umrissen. Anfänglich wird diese Curve durch eine Figur vom Typus II dargestellt; sie hat ein schmales, kleines Maximum bei λ_0 und fällt symmetrisch nach beiden Seiten ab. Mit wachsendem g wird die Curve erweitert, das Maximum $\varkappa_m$ erhöht sich, zunächst proportional g, und zugleich verbreitert sich die Curve symmetrisch, zunächst sehr langsam, nach beiden Seiten. Auch wenn der Extinctionscoefficient im Maximum den Werth 1 (Grenzwerth der metallischen Absorption) erreicht und überschreitet, ist der ganze Absorptionsstreifen immer noch schmal, aber das Beer'sche Gesetz der Proportionalität zwischen $\varkappa$ und g hört auf zu gelten (Typus III). Bei weiterem Anwachsen von g beginnt das Maximum λ_m sich von der Stelle λ_0 nach der Seite der längeren Wellen (rechts) zu verschieben, und zwar in einem solchen Grade, dass eine Extinctionscurve von einer zunächst darauf folgenden nicht mehr ganz eingeschlossen, sondern in zwei Punkten, die nahe den Stellen λ_0 und λ_m gelegen sind, geschnitten wird; dementsprechend verbreitert sich der Absorptionsstreifen nach rechts hin wesentlich stärker als nach links. Zugleich wird der Abfall der Extinctionscurve vom Maximum nach der Seite der längeren Wellen immer steiler als der nach der Seite der kürzeren Wellen. Schliesslich, wenn g einen mittleren Werth zwischen 0 und 1 erreicht hat, tritt der Typus I in Geltung, der Absorptionsstreifen hat eine merkliche Ausdehnung, und das Maximum des Extinctionscoefficienten liegt bei $\lambda_m = \frac{\lambda_0}{\sqrt{1-g}}$, welche Stelle zugleich den Endpunkt des ganzen Absorptionsstreifens bezeichnet. Nähere Einzelheiten kann man leicht den Formeln entnehmen.

§ 6. Vergleich mit anderen Theorien.

Wie schon in der Einleitung hervorgehoben, steht der hier entwickelten Theorie am nächsten die von H. A. Lorentz[1], welche die elektrischen Schwingungen der Resonatoren, deren Natur hier offen gelassen ist, auf Bewegungen geladener Ionen zurückführt. Auf den vorliegenden einfachen Fall einer einzigen Gattung von Resonatoren

[1] H. A. Lorentz, La Théorie électromagnétique de Maxwell. Leide 1892.

angewandt, liefert die Lorentz'sche Theorie, bei entsprechender Bezeichnung der Constanten, die Gleichungen (1) und (2) und somit auch alle daraus abgeleiteten Folgerungen in genau der nämlichen Form wie oben. Dagegen ist die Gleichung (3), welche den Zusammenhang zwischen der für die Breite des Absorptionsstreifens charakteristischen Constanten g, dem Dämpfungsdecrement σ und der Vertheilungsdichte N der Resonatoren ausspricht, der Lorentz'schen Theorie fremd. Dieselbe findet zwar auch g proportional N, aber in die Beziehung zwischen diesen beiden Grössen gehen noch andere Werthe, wie die Anzahl, die Ladungen und die Massen der in einem Resonator schwingenden Ionen, ein. Der Grund dieses Unterschiedes liegt darin, dass die hier entwickelte Theorie die Ursache der Dämpfung bei der selectiven Absorption allein in der Ausstrahlung der Energie von Seiten der schwingenden Resonatoren erblickt. Über die Zulässigkeit dieser Annahme wird eine Prüfung der Gleichung (3) durch die Erfahrung entscheiden können. Allerdings werden sich nicht leicht der Beobachtung zugängliche Fälle ausfindig machen lassen, welche allen Anforderungen des § 1 entsprechen.

Ein mehr abweichendes Verhalten sowohl der Form der Extinctionscurve als auch ihrer Abhängigkeit von der Vertheilungsdichte N der Resonatoren ergiebt die von P. Drude[1] aufgestellte und namentlich auch von W. Voigt benutzte Theorie der selectiven Absorption, in welcher die Grösse der elektrischen Feldintensität von vorn herein identificirt wird mit der einen Resonator erregenden elektrischen Kraft.[2] Wenn wieder nur eine einzige Art von Resonatoren im Vacuum befindlich vorausgesetzt wird, so lassen sich der Brechungsexponent ν und der Extinctionscoefficient $\varkappa$ auch nach dieser Theorie auf die Formeln (1) zurückführen, doch besitzen dann darin die Grössen α und β nicht die durch (2) angegebenen, sondern folgende einfachere Werthe:

$$\alpha = \frac{\lambda_0^2 - \lambda^2}{3g\lambda^2}, \qquad \beta = \frac{\sigma\lambda_0}{3\pi g\lambda}.$$

Hierbei ist die positive Grösse g proportional der Vertheilungsdichte N der Resonatoren.

Auch hier lassen sich drei verschiedene Typen der Extinctionscurve unterscheiden, je nachdem der Quotient $\frac{g}{\sigma}$ einen grossen, einen kleinen oder einen mittelgrossen Werth besitzt, entsprechend einem grossen, kleinen oder mittelgrossen Werth des Extinctionsmaximums $\varkappa_m$. Jedoch zeigt sich eine charakteristische Abweichung der Form der

[1] P. Drude, Wied. Ann. 48, S. 536, 1893.
[2] Vergl. M. Planck, Sitzungsber. d. K. Preuss. Akad. d. Wiss. 1. Mai 1902, S. 473.

Extinctionscurve darin, dass nach der DRUDE'schen Theorie, sofern man überhaupt an der Annahme eines kleinen Dämpfungsdecrements σ festhält[1], das Extinctionsmaximum stets dicht bei λ_0 liegt, und dass also eine Verschiebung desselben mit wachsendem g (und N), auch beim Typus I, nicht stattfindet. Der Streifen metallischer Absorption ($\varkappa > 1$) verbreitert sich allerdings mit wachsendem g, aber nur nach der Seite der kürzeren Wellen; nach der anderen Seite ist er stets durch den festen Werth λ_0 begrenzt.

§ 7. Vergleich mit vorliegenden Beobachtungen.

Obwohl gerade in neuerer Zeit die Erscheinungen der selectiven Absorption häufig den Gegenstand sorgfältiger und umfangreicher Messungen gebildet haben, ist die Auswahl unter denjenigen der vorliegenden Beobachtungen, welche zur Prüfung der oben entwickelten theoretischen Sätze zu verwerthen sind, doch keine bedeutende. Am nächsten kommen den Voraussetzungen der Theorie, welche oben in § 1 zusammengestellt sind, die Bedingungen, welche in einem chemisch homogenen Gase bestehen, unter gewöhnlichen Druck- und Temperaturverhältnissen, wobei dann mit gewisser Annäherung die Moleküle des Gases als gleichartige, ruhende, hinreichend weit von einander entfernte Resonatoren angesehen werden können.

Nun ergeben die Messungen über selective Absorption in Gasen gewöhnlich ein ziemlich complicirtes, aus Linien und Streifen zusammengesetztes Absorptionsspectrum. Es ist aber natürlich in keinem Falle nöthig, alle Linien und Streifen auf eine einzige Gattung von Gasmolekülen zurückzuführen; denn nach einem bekannten Satz der Thermodynamik befinden sich auch in einem chemisch absolut reinen Gase stets eine grosse Anzahl von verschiedenen Molekülen in endlicher, wenn auch zum Theil in sehr geringer Menge vertheilt, die aus den normalen Molekülen durch Association oder durch Zersetzung entstehen, und es erscheint die Annahme sehr naheliegend, dass diese verschiedenartigen Moleküle, wenn sie auch chemisch nicht direct nachweisbar sind, doch merkliche, und zwar verschiedenartige Beiträge zum Absorptionsspectrum liefern. Dabei bleibt immer noch die Möglichkeit offen, dass einer bestimmten Molekülgattung eine ganze Reihe von Linien entspricht.

[1] In seiner Theorie der elektrischen Dispersion, WIED. Ann. 64, S. 131, 1898, hat P. DRUDE für die Dämpfung der Schwingungen eines einzelnen Resonators einen beträchtlichen Werth eingeführt. Dann besitzt aber der Resonator keine scharf ausgesprochene Eigenperiode mehr — ein Fall, der nach den in § 1 gemachten Bemerkungen hier ganz aus der Behandlung ausscheidet.

Im Lichte der vorstehend entwickelten Theorie betrachtet repräsentiren die Absorptionslinien sämmtlich Extinctionscurven vom Typus II oder III, je nach ihrer schwächeren oder stärkeren Intensität; sie geben unmittelbar die Lage der Eigenschwingung λ_0 der betreffenden Resonatoren an und sollen sich nach der Theorie bei Änderung der Dichte des Gases nicht verschieben, höchstens etwas verbreitern und an Intensität gewinnen. Dagegen die Absorptionsstreifen von merklicher Ausdehnung besitzen nothwendig ein beträchtliches g, sie gehören also jedenfalls dem Typus I der Extinctionscurven an, besitzen metallische Absorption ($\varkappa > 1$) und müssen sich mit zunehmender Dichte des Gases merklich verbreitern, und zwar nach der Seite der längeren Wellen hin stärker als nach der anderen.

Dies Verhalten scheint nun auch wirklich den vorliegenden Beobachtungen zu entsprechen. Miss E. R. Laird[1] führt in ihrer Untersuchung des Absorptionsspectrums von Chlorgas als Resultat ihrer Messungen Folgendes an: »Das ganze Absorptionsspectrum von Chlorgas bei gewöhnlichen Temperaturen besteht in einem sehr breiten Streifen totaler Absorption im Violett, Absorptionslinien im Blau, Grün und Gelb, und Durchsichtigkeit im sichtbaren Roth. Die Linien fallen nicht zusammen mit dem bekannten Emissions-Linienspectrum von Chlor. Mit wachsendem Gasdruck verbreitert sich der Absorptionsstreifen im Violett stark nach der Seite der weniger brechbaren, schwächer nach der der brechbareren Wellen. Abnahme des Druckes löst den Streifen nicht in Linien auf. Der Streifen totaler Absorption verhält sich wie ein von dem Linienspectrum ganz verschiedenes Absorptionsspectrum. Zunahme des Druckes steigert die Intensität des Linienspectrums bedeutend und lässt neue Linien nach Roth hin sichtbar werden«. Letzter Umstand wird darauf zurückgeführt (a. a. O. p. 110), dass der Druck auf die Lage der Absorptionslinie gar keinen Einfluss hat, wohl aber auf die Intensität derselben, d. h. auf die Höhe und Breite der ihnen entsprechenden schmalen Extinctionscurven, wobei es dann auch kommen kann, dass eine wegen ihrer geringen Intensität Anfangs nicht sichtbare Linie durch Steigerung des Druckes sichtbar wird.

Diese Beschreibung des Einflusses von Druckänderungen auf das Aussehen des Absorptionsspectrums von Chlorgas lässt die Annahme nicht ungerechtfertigt erscheinen, dass der breite Absorptionsstreifen von der Eigenschwingung der normalen Cl_2-Moleküle herrührt und dass seine beträchtliche Ausdehnung nicht durch eine besonders grosse Dämpfung der Schwingungen im einzelnen Molekül, sondern durch

---

[1] E. R. Laird, The Astrophysical Journal, 14, p. 114, 1901.

die grosse Anzahl der Moleküle zu erklären ist, während dagegen die Absorptionslinien von anderen, in verhältnissmässig sehr geringer Anzahl im Gase vorhandenen Molekülen herrühren.

Auch die Untersuchungen von K. Ångström[1] über die Abhängigkeit der Absorption der Gase, besonders der Kohlensäure, von der Dichte liefern ganz entsprechende Resultate, namentlich auch die Verbreiterung des Absorptionsstreifens mit zunehmender Dichte des Gases. Wäre es möglich, den Verlauf der Extinctionscurve für irgend eine specielle Gasdichte durch Messungen zu bestimmen, so liesse sich daraus sowohl die Lage λ_0 der Eigenperiode eines isolirten Gasmoleküls als auch die Gestalt der Extinctionscurve für jede beliebige Gasdichte berechnen.

Einen noch eingehenderen Vergleich der theoretischen mit der experimentell bestimmten Extinctionscurve gestatten die interessanten Beobachtungen von F. Kirchner[2] über »Absorptions- und Farbenänderungen infolge von Abstandsänderungen der absorbirenden Theilchen«. Die Kirchner'sche Arbeit enthält Messungen der selectiven Absorption Lippmann'scher Bromsilberplatten durch das ganze sichtbare Spectrum hindurch, und zwar an feuchten und an eingetrockneten Platten. Diese Messungen waren veranlasst durch die auffallenden Farbenänderungen, welche die Platten beim Trocknen zeigen und welche, wie Kirchner nachweist, mit gewisser Wahrscheinlichkeit darauf zurückzuführen sind, dass die als optische Resonatoren fungirenden Silbertheilchen beim Eintrocknen der Gelatine ihren Abstand verkleinern, beim Aufquellen vergrössern.[3] Die beim Trocknen eintretende Vergrösserung und gleichzeitige Verschiebung des Absorptionsmaximums nach Seite der längeren Wellen (speciell von Blau nach

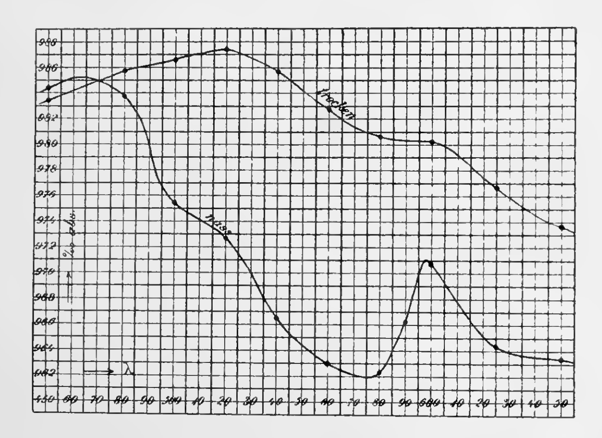
[1] K. Ångström, Ann. d. Phys. 6, S. 163, 1901.

[2] F. Kirchner, Ber. d. Königl. Sächs. Ges. d. Wiss. vom 30. Juni 1902, S. 261. Vergl. auch die ähnlichen Erscheinungen bei R. W. Wood, Phil. Mag. (6) 3, p. 396 und 4, p. 425, 1902; H. Siedentopf und R. Zsigmondy, Ann. d. Phys. 10, S. 36, 1903; A. Bock, Physik. Zeitschr. 4, S. 339, 1903; J. Kossonogoff, Phys. Zeitschr. 4, S. 208 u. 258, 1903.

[3] Bildung stehender Wellen (nach W. Zenker) war bei den Kirchner'schen Präparaten, wie ich einer freundlichen brieflichen Mittheilung des Hrn. Kirchner entnehme, absichtlich vermieden worden. Dagegen halte ich es wohl für möglich, dass bei der beobachteten Farbenverschiebung eine Veränderung der Dielektricitätsconstanten der Gelatine auch eine wesentliche Rolle spielt. Denn da Gelatine einen grösseren Brechungsexponenten (1.55) besitzt als Wasser, so wird vermuthlich die Dielektricitätsconstante der Gelatine durch Eintrocknen vergrössert, und wenn man weiter die Gelatine hier als homogenes Medium voraussetzen darf, was allerdings noch fraglich sein möchte, so entspricht einer bestimmten Wellenlänge λ_0 in der trockenen Gelatine eine kleinere Schwingungszahl als in der befeuchteten, das Absorptionsmaximum verschiebt sich also beim Eintrocknen nach der Seite längerer Wellen, ganz im Sinne der Messungsergebnisse.

Roth) entspricht gerade dem oben besprochenen Resultate der Theorie für Extinctionscurven vom Typus I bez. III.

Von einer numerischen Anwendung der theoretischen Beziehungen auf den vorliegenden Fall kann allerdings nur in ganz roher Annäherung die Rede sein: denn erstens ist die Dämpfung der Schwingungen eines einzelnen isolirten Resonators sicher nicht sehr klein, zweitens sind die Resonatoren nicht alle gleichartig, drittens sind die Abstände zweier benachbarter Resonatoren wohl nicht sehr gross gegen ihre Lineardimensionen, und endlich viertens befinden sich die Resonatoren nicht im Vacuum, sondern in Gelatine eingebettet. Indessen hat mir doch eine eingehende, mit Unterstützung durch Hrn. Dr. E. Flatow ausgeführte Rechnung, deren Einzelheiten ich hier nicht wiedergeben will, gezeigt, dass man die von Kirchner erhaltenen Curven mittels der in der obigen Theorie entwickelten Formeln in einer Annäherung darstellen kann, welche ihre charakteristischen Eigenschaften deutlich genug wiedergiebt. Der besseren Anschaulichkeit wegen ist hier eine dieser Curven nach dem Original reproducirt. Die betreffende Platte war mit Rodinal unter reichlichem Alkalizusatz entwickelt.



Die Abscissen geben die Wellenlängen in $\mu\mu$, die Ordinaten den Betrag der Absorption in Promille. Bezeichnet man die gemessenen Absorptionszahlen, dividirt durch 1000, mit a, und die Dicke der absorbirenden Schicht mit D, so ist nach der in § 2 gegebenen Definition des Extinctionscoefficienten $\varkappa$ in erster Annäherung:

$$a = 1 - e^{-\frac{4\pi\varkappa D}{\lambda}}$$

oder:

$$\frac{\varkappa D}{\lambda} = \frac{1}{4\pi} \log \frac{1}{1-a} \tag{6}$$

Da nun die Schichtdicke D für alle Punkte einer der beiden Curven die nämliche ist, so bezeichnet das Maximum der Absorption a zugleich auch das Maximum des Quotienten $\frac{\varkappa}{\lambda}$. Das kleine Maximum der Curve »nass«, sowie die Unregelmässigkeiten der Curven deuten auf die Existenz noch anderer Eigenschwingungen der Resonatoren und bleiben natürlich hier unberücksichtigt.

Nach der Theorie sollen nun die beiden Extinctionscurven, die der trockenen und der nassen Platte entsprechen, durch die Gleichung (1) mittels der nämlichen Constanten λ_0 und σ dargestellt werden können und sich nur durch die Constante g unterscheiden, welche wegen ihrer Proportionalität mit der Vertheilungsdichte der Resonatoren für die trockene Platte einen grösseren Werth besitzt als für die nasse. Es finden also auf die beiden Extinctionscurven gerade die Schilderungen Anwendung, welche oben für die Abhängigkeit der Form und der Lage einer Extinctionscurve von dem Parameter g, bei constantem σ und λ_0, gegeben worden sind. In der That entsprechen die Eigenschaften der gemessenen Extinctionscurven in allen wesentlichen Punkten (unsymmetrische Form der Curve, steilerer Abfall nach rechts, Erhöhung und Verschiebung des Extinctionsmaximums) den theoretischen Anforderungen, und zwar denen für die Curven vom Typus III, mit Annäherung an den Grenzfall des Typus I. Gemäss dem Charakter dieser Curven überwiegt der Betrag der Verschiebung des Extinctionsmaximums den der Vergrösserung des Maximums derartig, dass die beiden Absorptionscurven sich schneiden.

Die Annäherungsrechnung ergab mir für die Wellenlänge der Eigenschwingung eines isolirten Resonators den Werth λ_0 etwa $= 440\,\mu\mu$. Wenn also die Abstandsänderung der Resonatoren bis zum vollständigen Wegfall der gegenseitigen Beeinflussung fortschreiten würde, so müsste sich das Extinctionsmaximum nach der violetten Seite bis etwa $440\,\mu\mu$ verschieben, was einer gelblichen Färbung der Platte entspräche.

Für den Maximalwerth des Extinctionscoefficienten ergab sich in entsprechender Annäherung:

bei trockener Platte $\varkappa_m = 1.8$
bei feuchter Platte $\varkappa_m = 1.1$,

ferner für die Dicke der absorbirenden Schicht nach Gleichung (6):

bei trockener Platte $D = 100\,\mu\mu$
bei feuchter Platte $D = 125\,\mu\mu$.

Diese letzten Werthe sind auffallend klein: sie bleiben noch weit hinter den beobachteten Wellenlängen zurück, während andererseits die absorbirende Gelatineschicht, wie mir Hr. Dr. F. Kirchner brieflich mitzutheilen die Freundlichkeit hatte, eine Dicke von ungefähr 3000 $\mu\mu$ besass. Setzt man aber die letztere Zahl in die Gleichung (6) für D ein, so erhält man daraus mit den gemessenen Werthen von a so kleine Zahlen für den Extinctionscoefficienten $\varkappa$, dass die Theorie ohne Frage eine Extinctionscurve vom Typus II verlangen würde, also ein kleines schmales Maximum des Extinctionscoefficienten, und Gültigkeit des Beer'schen Gesetzes, ohne jede merkliche Verschiebung des Maximums bei Abstandsänderung der Resonatoren.

Ich glaubte daher eine Zeit lang, der vorliegende Fall lasse sich überhaupt durch die entwickelte Theorie nicht erklären, sondern man müsse für diesen Zweck zu der Annahme einer bedeutenden Abhängigkeit des Dämpfungsdecrements σ der Schwingungen eines einzelnen Resonators von der Vertheilungsdichte N der Resonatoren schreiten, wofür allerdings die Theorie gar keinen Anhaltspunkt liefert. Da wurde mir durch wiederholte Correspondenz mit Hrn. F. Kirchner, welcher inzwischen in Gemeinschaft mit Hrn. R. Zsigmondy die Erscheinungen des Farbenumschlags weiter verfolgt hat, eine Aufklärung zu Theil, welche die vorhandene Schwierigkeit, wie es scheint, in einfacher Weise löst. Die absorbirende Gelatineschicht ist nicht homogen, sondern angefüllt mit pigmentartigen Körnern oder Schollen von festerer Consistenz, während der Rest der Masse optisch leer erscheint. Diese Körner scheinen nun hauptsächlich die Träger des selectiv absorbirenden Silberniederschlags zu sein, auf ihnen allein haben also die Resonatoren ihren Sitz. Nach dieser Auffassung ist der aus der Theorie berechnete beträchtliche Werth des Extinctionscoefficienten $\varkappa$ den wirklichen Verhältnissen in der That entsprechend, und der daraus folgende kleine Werth der Dicke D ist einfach anzusehen als die Dicke der absorbirenden Schicht, die man erhalten würde, wenn der für die Absorption belanglose optisch leere Raum ganz weggelassen würde und die optisch wirksamen Gebilde ohne jeden Zwischenraum neben einander angeordnet wären. Die Verhältnisse scheinen allerdings noch so verwickelter Natur zu sein, dass die geschilderte Anschauung vielleicht noch manche Correctur erfahren wird, aber der Charakter der ganzen Erscheinung dürfte doch durch sie im Wesentlichen getroffen sein.

In der nämlichen Abhandlung hat Hr. Kirchner noch für eine zweite Platte die Absorptionscurven für den trockenen und für den feuchten Zustand mitgetheilt. Diese beiden Curven zeigen ganz dasselbe Gepräge wie die oben abgebildeten, weichen aber insofern von

ihnen ab, als sie sich nicht schneiden. Dies deutet darauf hin, dass die Extinctionscurven sich noch mehr vom Typus I entfernen, also einen kleineren Extinctionscoefficienten besitzen. Damit stimmt auch überein, dass die beobachtete Verschiebung des Absorptionsmaximums beim Eintrocknen bei der zweiten Platte merklich kleiner ist als bei der ersten. Für die erste Platte beträgt nämlich, wie man aus der obigen Figur sieht, die Verschiebung etwa 55 $\mu\mu$; für die zweite Platte aber nur 45 $\mu\mu$.

Zur Realisirung der Extinctionscurven vom Typus II würden sich in erster Linie Gase unter sehr kleinem Druck eignen. Bei dem Mangel entsprechender Beobachtungsdaten bietet sich die selective Absorption in sehr verdünnten Lösungen dar, insoweit man berechtigt ist, von dem Einfluss des Lösungsmittels ganz abzusehen. Aber auch hier ist das Beobachtungsmaterial noch ziemlich gering, da besonders in neuerer Zeit die Frage nach dem Zusammenhang der Absorptionserscheinungen mit dem Dissociationszustand des gelösten Stoffes vielfach in den Vordergrund gestellt ist, während hier gerade die Existenz einer einzigen Gattung von gelösten Molekülen zur Voraussetzung gemacht wird.

Neuere Absorptionsmessungen für nichtdissociirte Farbstoffe in sehr verdünnten Lösungen durch das ganze sichtbare Spectrum hindurch liegen vor von K. Stöckl.[1] Die Theorie verlangt für eine hinreichend verdünnte Lösung, d. h. wenn die Vertheilungsdichte N der Resonatoren hinreichend klein ist, eine Extinctionscurve vom Typus II. Diesen Charakter zeigen nun in der That die von Hrn. Stöckl gezeichneten Extinctionscurven für die höchsten Verdünnungen. Sie besitzen ein schmales, gegen 1 kleines Maximum, dessen Lage sich nicht merklich mit der Concentration ändert, und der Extinctionscoefficient ist, gemäss dem Beer'schen Gesetz, proportional der Concentration, im Gegensatz zu den vorher betrachteten Curven vom Typus I und III.

[1] K. Stöckl, Messungen über die Dispersion und Absorption von Lösungen anomal brechender Substanzen bis zu grossen Verdünnungen. Münchener Inaugural-Dissertation. Tübingen 1900.

Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der ozeanischen Salzablagerungen.

XXXI. Die untere Temperaturgrenze der Bildung von Vanthoffit bei 46°.

Von J. H. van't Hoff und G. Just.

I. Darstellung und Zusammensetzung von Loeweit.

Da das jetzt in Untersuchung genommene Mineral, der sogenannte Vanthoffit $MgNa_6(SO_4)_4$, das letzte Glied bildet bei der Entwässerung von Astrakanit $MgNa_2(SO_4)_2 4H_2O$ unter Aufnahme von Natriumsulfat, war besonders Rücksicht zu nehmen auf die zwischenliegende Entwässerungsstufe, welche im Loeweit $MgNa_2(SO_4)_2 2H_2O$ oder $Mg_2Na_4(SO_4)_4 5H_2O$ vorliegt, um so mehr da in bezug auf den Wassergehalt vom letzteren Mineral die Angaben sich widersprechen. Zur Darstellung dieses Loeweits wurde, um nicht bei unbequem hohen Temperaturen arbeiten zu müssen, im Anschluß an o'Farellys Bestimmung[1], daß die Bildung aus einer an Chlornatrium, Astrakanit, Magnesiumsulfat und Leonit gesättigten Lösung der Zusammensetzung

$$1000 H_2O\ 10\tfrac{1}{2} Na_2Cl_2\ 7\tfrac{1}{2} K_2Cl_2\ 42 MgCl_2\ 19 MgSO_4$$

schon bei 43° erfolgt, diese Lösung unter Fortlassen von Chlorkalium benutzt. Derselben wurde eine zweite Lösung, welche Magnesium- und Natriumsulfat in äquimolekularen Mengen enthält, zugesetzt und bei 55–60° langsam eingeengt bis zur Entfernung des in Form der zweiten Lösung zugesetzten überschüssigen Wassers. Die Krystallisation erwies sich, wie zu erwarten war, als Astrakanit (mit 21.8 Prozent Wasser). Nunmehr wurde mit Loeweit eingeimpft und die Kristallisierschale verschlossen der angegebenen Temperatur ausgesetzt. Noch nach vier Tagen gibt die Wasserbestimmung 21.5 Prozent, am fünften 16.5 Prozent, am sechsten 15.3 Prozent, am siebenten 14.8 Prozent, um dann konstant zu bleiben. Dann wurde die Mutterlauge abgesaugt, nachdem dieselbe etwas verdünnt war, um neue Ausscheidungen zu ver-

[1] Diese Sitzungsberichte 1902, 370.

meiden, und die Krystallisation mit 50prozentigem, dann mit gewöhnlichem Alkohol gewaschen und getrocknet. Das Produkt zeigte sich chlorfrei und enthielt 15 Prozent Wasser. Damit ist die Formel von Tschermak für den Loeweit bestätigt: $Mg_2Na_4(SO_4)_4 5H_2O$ verlangt 14.64 Prozent Wasser, während $MgNa_2(SO_4)_2 2H_2O$ nur 11.8 Prozent entspricht. Daß o'Farelly diesen niedrigen Wassergehalt in seinem Präparat fand, mag davon herrühren, daß bei seiner Darstellung sich schon etwas von dem damals unbekannten anhydrischen Salz $MgNa_6(SO_4)_4$ gebildet hatte, was dessen nachher zu beschreibende Bildungsverhältnisse ermöglichen.

II. Bildungstemperatur von Vanthoffit.

Die untere Temperaturgrenze der Bildung von Vanthoffit aus Astrakanit und Natriumsulfat in den natürlichen Salzlagern läßt sich feststellen nach Ermittelung der für diese Bildung günstigsten Verhältnisse: diese lassen sich aus dem Diagramm der Sättigungsverhältnisse[1] ersehen. Dort ist nämlich diejenige Lösung aufzusuchen, welche bei gleichzeitiger Sättigung an Astrakanit und Natriumsulfat die kleinste Tension aufweist: diese ist die an ebengenannten Salzen sowie an Chlornatrium und Glaserit gesättigte Lösung *S*. Bei 25° bildet sich dort der Vanthoffit noch nicht; im Gegenteil härtet dieses Mineral in Pulverform nach Anfeuchten mit der *S*-Lösung alsbald bei 25° unter Wasseraufnahme ab. Dann ist aber auch die Möglichkeit zu berücksichtigen, daß bei der nunmehr höher liegenden Temperatur der Astrakanit sich zunächst in Loeweit verwandelt, was von 43° an möglich ist. In erster Linie wurde also untersucht, welche Verwandlung bei Anwesenheit von Natriumsulfat vorangeht:

$$2MgNa_2(SO_4)_2 4H_2O = Mg_2Na_4(SO_4)_4 5H_2O + 3H_2O$$

oder

$$MgNa_2(SO_4)_2 4H_2O + 2Na_2SO_4 = MgNa_6(SO_4)_4 + 4H_2O.$$

Es wurde gefunden, daß das letztere der Fall ist, was die Aufgabe vereinfacht. Bei dieser Voruntersuchung haben wir uns zuerst bemüht, die einfachen Verhältnisse, also bei den Sulfaten ohne weiteres zu verfolgen, aber alsbald gefunden, daß die verwickelten Verhältnisse, wie sie sich in der Natur abspielen, nach dem nunmehr gewonnenen Einblick viel leichter zu ermitteln sind, da einerseits die Temperaturen bequemer liegen und andererseits die Umwandlungen sich schneller vollziehen. Wir beschränken uns also in der Mitteilung

[1] Diese Sitzungsberichte 1903, 370.

der mit den Sulfaten ohne weiteres erhaltenen Resultate darauf, daß sie, entgegen unserer Erwartung, die höhere Lage der Loeweitbildungstemperatur andeuteten.

Um dann das Problem auf die natürlichen Bildungsverhältnisse zu übertragen und nicht sofort die meist verwickelten Fälle zu nehmen, haben wir die Sachlage bei Anwesenheit von Chlornatrium verfolgt, ohne noch den Glaserit hinzuzuziehen. Ein Tensimeter mit Quecksilber als Sperrflüssigkeit enthielt auf der einen Seite ein trockenes Gemisch von Loeweit und Astrakanit in äquimolekularen Mengen, auf der anderen Seite Chlornatrium, Astrakanit und Na_2SO_4 unter Berücksichtigung des Verhältnisses, welches für Bildung ihrer gesättigten Lösung (*H*), womit sie angefeuchtet werden:

$$1000\,H_2O\,46\,Na_2Cl_2\,16\tfrac{1}{2}\,MgSO_4\,3\,Na_2SO_4$$

nötig ist, also $46\,Na_2Cl_2$, $16\frac{1}{2}\,MgNa_2(SO_4)_2\,4\,H_2O$ und etwas Na_2SO_4. Bei 56°2 ist Überdruck seitens der Lösung ($3^{mm}.1$), bei 61°2 umgekehrt (1.1), was auf eine Umwandlungstemperatur von Astrakanit in Loeweit unweit 60° schließen läßt, wenigstens bei geichzeitiger Anwesenheit von Natriumchlorid und -sulfat, welch letzteres sich so wie so bildet. Die Wahl von Oel als Füllflüssigkeit erlaubte die Temperaturgrenzen noch etwas weiter einzuschränken: ein erstes Tensimeter zeigte bei 60°6 einen Überdruck von 11^{mm} auf Seite des trockenen Gemisches: bei 58°9 einen von 15^{mm} in umgekehrtem Sinne; ein zweites gab bei 60°8 und 57° einen Überdruck von bez. 35^{mm} und 10^{mm} im einen und anderen Sinne, so daß auf 58–59° als Umwandlungstemperatur zu schließen ist. Wir kommen später noch auf diese Erscheinung zurück.

Nunmehr wurde die Bildungstemperatur von Vanthoffit aus Astrakanit und Natriumsulfat unter denselben Umständen, d. h. bei gleichzeitiger Anwesenheit von Natriumchlorid bestimmt, wozu sich das Dilatometer am besten eignete. Entsprechend der Umwandlungsgleichung:

$$250\,MgNa_2(SO_4)_2\,4\,H_2O + 453\tfrac{1}{2}\,Na_2SO_4 + 46\,Na_2Cl_2$$
$$= 233\tfrac{1}{2}\,MgNa_6(SO_4)_4 + 1000\,H_2O\,46\,Na_2Cl_2\,16\tfrac{1}{2}\,MgSO_4\,3\,Na_2SO_4$$

würden $9^{gr}.2$ Astrakanit, $7^{gr}.1$ Natriumsulfat, 2^{gr} Chlornatrium und zur Impfung $1^{gr}.5$ Vanthoffit benutzt. In der üblichen Weise arbeitend, fanden wir schließlich bei 49° ein Ansteigen von 5^{mm} in 10 Tagen, bei 48° ein Sinken um 5^{mm} in 8 Tagen; die gesuchte Temperatur liegt also zwischen beiden und etwa 10° unterhalb derjenigen, wobei Loeweit entsteht.

Es wurde nunmehr zur Hauptaufgabe geschritten und die tiefste Bildungstemperatur von Vanthoffit bestimmt; die bezüglichen Umstände lassen sich wiederum dem früheren Sättigungsdiagramm ent-

nehmen und sind dort verwirklicht, wo Astrakanit und Natriumsulfat in Berührung mit der Lösung kleinster Tension, d. i. also bei gleichzeitiger Anwesenheit von Glaserit (und Chlornatrium), vorhanden sind. Die Zusammensetzung dieser Lösung (*S*) ist:

$$1000\,H_2O\,42\,Na_2Cl_2\,8\,K_2Cl_2\,16\,MgSO_4\,6\,Na_2SO_4$$

und die gesuchte Umwandlung dementsprechend:

$$250\,MgNa_2(SO_4)_2\,4\,H_2O + 50\,Na_2Cl_2 + 447\tfrac{1}{3}Na_2SO_4 + 2\tfrac{2}{3}K_6Na_2(SO_4)_4$$
$$= 234\,MgNa_6(SO_4)_4 + 1000\,H_2O\,42\,Na_2Cl_2\,8\,K_2Cl_2\,16\,MgSO_4\,6\,Na_2SO_4$$

Auf dieser Grundlage wurde ein dilatometrischer und tensimetrischer Versuch angesetzt, welche beide zur Temperatur von 46° führten.

Das Dilatometer wurde angefüllt mit $8^{gr}.4$ Astrakanit, $6^{gr}.4$ Na_2SO_4, $1^{gr}.5$ Chlornatrium, $1^{gr}.5$ Glaserit und zur Impfung etwa $0^{gr}.5$ Vanthoffit. Dasselbe zeigte schließlich ein Steigen um 9^{mm} in einem Tag bei 47°.2, bei 46°.2 Konstanz während 3 Tagen; bei 44°.7 ein Fallen von $2^{mm}.4$ in 5 Tagen.

Die zwei Tensimeter enthielten einerseits die trockene Mischung von Astrakanit, Natriumsulfat und Vanthoffit, andererseits Astrakanit, Natriumsulfat, Glaserit und Chlornatrium, im Verhältnis wie sie die obenerwähnte gesättigte Lösung bilden, angefeuchtet mit dieser Lösung selber. Mit Quecksilber als Füllflüssigkeit zeigten die zwei Tensimeter bei 45° einen Überdruck seitens der Lösung von bez. $0^{mm}.2$ und $0^{mm}.1$, bei 47° einen im umgekehrten Sinne von $0^{mm}.2$ in beiden Fällen.

III. Die obere Existenzgrenze von Astrakanit bei 59°.

Nachdem festgestellt war, daß die Vanthoffitbildung bei 46° anfängt, lag es nahe, die Temperatur zu bestimmen, bei der das Auftreten des Astrakanits aufhört. Der Astrakanit fällt unter Loeweitbildung gänzlich fort bei der Temperatur, wobei diese Verwandlung in Berührung mit der Lösung kleinster Tension, welche in Frage kommt, stattfindet. Diese Lösung ist die obenerwähnte (*H*), welche an Astrakanit, Natriumsulfat und Chlornatrium gesättigt ist. Bekommt das Krystallwasser im Astrakanit eine größere Tension als diese, so verwandelt derselbe sich in Loeweit. Diese Temperatur ist also schon durch die anfangs erwähnten Versuche auf S. 501 als 58–59° bestimmt. Dabei wäre dann aber noch zu berücksichtigen, daß schon der Vanthoffit sich gebildet haben kann und die Lösung *H* durch eine andere zu ersetzen ist, welche an diesem Salz statt an Natriumsulfat gesättigt ist. Dieselbe kann auch spontan entstehen, sobald nur Vanthoffitbildung eintritt, nach der Gleichung:

$$250 MgNa_2(SO_4)_2 4H_2O + 46 Na_2Cl_2 + 453\tfrac{1}{2} Na_2SO_4$$
$$= 233\tfrac{1}{2} MgNa_6(SO_4)_4 + 1000 H_2O\, 46 Na_2Cl_2\, 16\tfrac{1}{2} MgSO_4\, 3 Na_2SO_4$$

und diese Verwandlung zeigten auch die Tensimeter an, indem anfangs die Lösung eine kleinere Tension aufwies und die Tensionsgleichheit tiefer als 58—59° sich einstellte. Wurde die Übersättigung durch Ausscheidung von Vanthoffit gehoben, so stieg diese Temperatur bis $58\frac{1}{2}°$ an.

Bei dieser verwickelten Sachlage empfahl es sich jedoch, auch das Dilatometer hinzuziehen. Angefüllt mit einer der Umwandlungsgleichung entsprechenden Mischung von 15^{gr} Astrakanit und $1^{gr}.5$ Chlornatrium, unter Impfung mit Loeweit und Vanthoffit, zeigte sich schließlich bei 60°7 ein Steigen von $3^{mm}.9$ in 8 Tagen, bei 58°6 ein Fallen um $3^{mm}.2$ in 7 Tagen.

Die Temperatur liegt also, wie auch die Tensimeter angaben, unweit 59°.

Theorie der hyperkomplexen Größen.

Von G. Frobenius.

(Vorgetragen am 16. April [s. oben S. 433].)

Die Methoden, die ich in meiner Arbeit *Über die Primfactoren der Gruppendeterminante*, Sitzungsberichte 1896 (im folgenden *Gr.* zitiert) zur Erforschung der Eigenschaften der Determinante einer endlichen Gruppe entwickelt habe, reichen auch zur Untersuchung eines beliebigen aus n Grundzahlen gebildeten Systems hyperkomplexer Größen aus. Mit solchen Größen beschäftigt sich Hr. Molien in seiner grundlegenden Abhandlung *Über Systeme höherer complexer Zahlen*, Math. Ann. Bd. 41 (im folgenden Mol. zitiert).

Das Verständnis seiner Arbeit hat er dadurch etwas erschwert, daß er nach Möglichkeit die Rechnung unterdrückt und den gedanklichen Inhalt der Beweise rein darzustellen versucht hat. So bin ich nicht darüber ins klare gekommen, ob die von ihm entwickelten Hülfsmittel zu einem strengen Beweise des Satzes 25 ausreichen. Umgekehrt hat er einen in § 5 gemachten Fehlschluß in einer Notiz im 42. Bande der Math. Ann. durch eine recht umständliche Rechnung berichtigt. Indem ich an Stelle der Gleichung, die er die Killingsche nennt, eine lineare Verbindung $S(x)+T(y)$ der in verschiedenen Variabeln ausgedrückten Matrizen der beiden antistrophen Gruppen benutze, gelingt es mir, gerade diesen Beweis erheblich zu vereinfachen.

Außerdem aber findet sich, wie ich vor kurzem (auf S. 408 dieses Bandes) bemerkt habe, in seinem Beweise des Satzes 19 eine nicht unwesentliche Lücke. Aber ungeachtet dieser kleinen Mängel bedeutet seine bahnbrechende, gedankenreiche Arbeit, die er trotz eines ziemlich unvollkommenen Rüstzeuges mit unablässiger Beharrlichkeit und durchdringendem Scharfsinn durchgeführt hat, einen der wichtigsten Fortschritte auf dem Teilgebiete der Algebra, das man als Gruppentheorie bezeichnet. Aus den angeführten Gründen halte ich es für angemessen, die Untersuchung mit den Hülfsmitteln, die ich nament-

lich in meiner Arbeit *Über vertauschbare Matrizen*, Sitzungsberichte 1896, entwickelt habe, von neuem aufzunehmen.

Die Methoden von Lie werden in dieser rein algebraischen Arbeit gar nicht benutzt. Dagegen hat meine Darstellung manche Berührungspunkte mit der von Dedekind in seiner Abhandlung *Zur Theorie der aus n Haupteinheiten gebildeten complexen Grössen*, Göttinger Nachrichten 1885 (im folgenden Ded. zitiert).

Die Grundlage meiner Untersuchung bildet die Formel (2) § 5. Mit ihrer Hülfe zeige ich in § 6 direkt, daß die in den verschiedenen Primfaktoren der Gruppendeterminante auftretenden Variabeln alle von einander unabhängig sind, und umgehe dadurch die Sätze 3, 4 und 5 von Molien sowie den Beweis des Satzes 25. Und mit derselben Formel beweise ich in § 7, daß die Elementarteiler der Determinante einer einfachen Gruppe alle linear sind. Auf diesen beiden Ergebnissen aber beruht die ganze Entwicklung.

Zur Klassifikation der Gruppen, wozu bisher nur unzureichende Ansätze gemacht sind, erweisen sich als die geeignetsten Invarianten weniger die Exponenten und Grade der Elementarteiler, worin die Determinanten der beiden antistrophen Gruppen zerfallen, als vielmehr (§ 9) die nämlichen Zahlen für die bisher kaum beachtete parastrophe Matrix $R(\xi)$, insbesondere der Rang von $R(\sigma)$; bei nicht kommutativen Gruppen aber vor allem die elementaren Invarianten der Matrix $uR(\xi)+vR'(\xi)$ und der von $2n$ Variabeln abhängenden Matrizen $S(x)+T(y)$ und $R(\xi)+R'(\eta)$, und zwar sind diese Invarianten auch dann von Bedeutung, wenn etwa die Determinante von $R(\xi)$ oder von $R(\xi)+R'(\eta)$ identisch verschwindet.

Erst nach Vollendung dieser Untersuchung bin ich auf die ausgezeichnete Abhandlung des Hrn. Cartan, *Sur les groupes bilinéaires et les systèmes de nombres complexes*, Ann. de Toulouse, tome XII, 1898, aufmerksam geworden, worin er die Resultate von Molien ableitet, ohne, wie es scheint, seine Arbeit zu kennen. Mit dessen Methoden und mit den hier benutzten hat der von Hrn. Cartan eingeschlagene Weg nicht das geringste gemeinsam. Die Transformation der Basis, der Ausgangspunkt und das Endziel seiner Untersuchung, ist von mir so lange wie irgend möglich vermieden worden (§ 9). Die von jeder Darstellung der Gruppe unabhängigen, invarianten Eigenschaften, mit denen ich beginne, ergeben sich bei ihm erst am Schluß durch Deutung einer Normalform der Gruppe, erhalten durch eine lange Reihe von Umformungen, deren Ziel erst am Ende der Entwicklung klar wird. Der Unterschied zwischen den beiden Methoden ist also derselbe, wie der zwischen dem Verfahren von Weierstrass und dem von Kronecker in der Theorie der Scharen von bi-

linearen Formen. Eine besonders beachtenswerte Formel des Hrn. Cartan (§ 65, (37.)), die sich bei Molien nicht findet, hatte ich (§ 12, (5.)) in der einfachsten Art durch die Zerlegung der Determinante $|S(x) + T(y)|$ in Primfaktoren erhalten.

§ 1.

Die *Koordinaten* $x_1, x_2, \cdots x_n$ der aus n *Grundzahlen* $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \cdots \varepsilon_n$ gebildeten *hyperkomplexen Größe*

$$x = \varepsilon_1 x_1 + \varepsilon_2 x_2 + \cdots + \varepsilon_n x_n \tag{1.}$$

können alle reellen und komplexen Werte annehmen. Die Gesamtheit dieser Größen, die sich durch Addition und Multiplikation mit *gewöhnlichen* Größen reproduzieren, nenne ich eine *Gruppe* (ε), wenn außerdem noch das Produkt von je zweien wieder dem Systeme angehört, und für die Multiplikation von je dreien das assoziative Gesetz $(xy)z = x(yz)$ gilt.

Die Grundzahlen können durch lineare Relationen miteinander verknüpft sein. Die Anzahl der unabhängigen unter ihnen nenne ich die *Ordnung* der Gruppe. Diesen Fall kann man leicht auf den zurückführen, wo die Grundzahlen unabhängig sind. Ich nehme daher an, daß n die Ordnung der betrachteten Gruppe (ε) ist.

Erfolgt die Multiplikation der Grundzahlen nach dem Gesetze

$$\varepsilon_\beta \varepsilon_\gamma = \sum_\alpha a_{\alpha\beta\gamma} \varepsilon_\alpha , \tag{2.}$$

so ergeben sich zwischen den hier auftretenden Koeffizienten aus dem assoziativen Prinzip und der Unabhängigkeit der Grundzahlen die Relationen

$$\sum_\varkappa a_{\varkappa\alpha\beta} a_{\gamma\varkappa\delta} = \sum_\varkappa a_{\varkappa\beta\delta} a_{\gamma\alpha\varkappa} . \tag{3.}$$

Ist dann $x = yz$ das Produkt der beiden Größen

$$y = \sum \varepsilon_\lambda y_\lambda \quad , \quad z = \sum \varepsilon_\lambda z_\lambda ,$$

so ist

$$x_\alpha = \sum_{\beta,\gamma} a_{\alpha\beta\gamma} y_\beta z_\gamma , \tag{4.}$$

oder, wenn $\xi_1, \xi_2, \cdots \xi_n$ Variable sind, deren System ich mit ξ bezeichne und einen *Parameter* nenne,

$$\xi(x) = x(\xi) = \sum_\alpha \xi_\alpha x_\alpha = F(\xi, y, z) = \sum_{\alpha,\beta,\gamma} a_{\alpha\beta\gamma} \xi_\alpha y_\beta z_\gamma . \tag{5.}$$

Setzt man

$$r_{\alpha\beta}(\xi) = \sum_\varkappa a_{\varkappa\alpha\beta} \xi_\varkappa \quad , \quad s_{\alpha\beta}(y) = \sum_\lambda a_{\alpha\lambda\beta} y_\lambda \quad , \quad t_{\alpha\beta}(z) = \sum_\mu a_{\alpha\beta\mu} z_\mu , \tag{6.}$$

also

$$s_{\alpha\beta}(y) = \frac{\partial x_\alpha}{\partial z_\beta} \quad , \quad t_{\alpha\beta}(z) = \frac{\partial x_\alpha}{\partial y_\beta} ,$$

so ist demnach die trilineare Form

$$(7.)\quad F(\xi, y, z) = \Sigma\, r_{\beta\gamma}(\xi) y_\beta z_\gamma = \Sigma\, s_{\alpha\gamma}(y)\xi_\alpha z_\gamma = \Sigma\, t_{\alpha\beta}(z)\xi_\alpha y_\beta .$$

Die aus jenen drei Systemen linearer Funktionen gebildeten Matrizen n^{ten} Grades bezeichne ich mit

$$R(\xi) = R_\xi = \big(r_{\alpha\beta}(\xi)\big)\ ,\quad S(y) = S_y = \big(s_{\alpha\beta}(y)\big)\ ,\quad T(z) = T_z = \big(t_{\alpha\beta}(z)\big).$$

Unter $f(x)$ verstehe ich stets eine Funktion der *Koordinaten* $x_1, x_2, \cdots x_n$ der Größe x, unter $S(x)$ oder S_x eine Matrix, deren Elemente (lineare) Funktionen dieser Koordinaten sind. Wenn es sich um eine Funktion der hyperkomplexen Größe x selbst handelt, werde ich mich des Zeichens $f((x))$ bedienen.

Die Bedingungen (3.) des assoziativen Prinzips sind bequemer zu erörtern, wenn man sie dadurch zusammenfaßt, daß man sie mit Variabeln multipliziert und addiert. So erhält man, wenn x und y zwei beliebige Größen sind (DED. (36.)),

$$(8.)\qquad \sum_\lambda s_{\alpha\lambda}(x)\, t_{\lambda\beta}(y) = \sum_\lambda t_{\alpha\lambda}(y)\, s_{\lambda\beta}(x)$$

oder einfacher

$$(9.)\qquad S_x T_y = T_y S_x ,$$

und

$$(10.)\qquad \sum_\lambda r_{\alpha\lambda}(\xi)\, s_{\lambda\beta}(x) = \sum_\lambda t_{\lambda\alpha}(x)\, r_{\lambda\beta}(\xi)$$

oder

$$(11.)\qquad R_\xi S_x = T'_x R_\xi ,$$

wo T' die zu T *konjugierte* Matrix ist.

Ich nenne $S(x)$ und $|S(x)|$ die *Gruppenmatrix* und die *Gruppendeterminante*, $T(x)$ und $|T(x)|$ die *antistrophe Gruppenmatrix* und *Gruppendeterminante*, $R(\xi)$ und $|R(\xi)|$ die *parastrophe Matrix* und *Determinante*. Der in der Formel (9.) enthaltene Satz läßt sich in folgender Art aussprechen und umkehren:

Die Gruppenmatrix $S(x)$ ist mit der antistrophen Matrix $T(y)$ vertauschbar. Verschwindet die parastrophe Determinante nicht identisch, so läßt sich jede von x unabhängige Matrix, die für jeden Wert von x mit $S(x)$ $(T(x))$ vertauschbar ist, auf die Form $T(y)$ $(S(y))$ bringen.

Denn sei der Parameter ξ so gewählt, daß die Determinante der Matrix $R(\xi) = R = (r_{\alpha\beta})$ nicht verschwindet, und sei $U = (u_{\alpha\beta})$ irgend eine von x unabhängige Matrix n^{ten} Grades, die für jedes x mit $S(x)$ vertauschbar ist. Dann kann man y so bestimmen, daß für $\lambda = 1, 2, \cdots n$

$$\sum_\varkappa \xi_\varkappa u_{\varkappa\lambda} = \sum_\beta r_{\lambda\beta}\, y_\beta = \Sigma\, \xi_\varkappa\, t_{\varkappa\lambda}(y)$$

(nach (7.)) ist. Nun ist $SU = US$, also

$$\sum_\lambda s_{\varkappa\lambda}(x)\, u_{\lambda\beta} = \sum_\lambda u_{\varkappa\lambda}\, s_{\lambda\beta}(x)$$

und mithin

$$\sum_{\varkappa,\lambda} \xi_\varkappa s_{\varkappa\lambda}(x)\, u_{\lambda\beta} = \sum \xi_\varkappa u_{\varkappa\lambda}\, s_{\lambda\beta}(x) = \sum \xi_\varkappa t_{\varkappa\lambda}(y)\, s_{\lambda\beta}(x),$$

also nach (8.)

$$\sum_{\varkappa,\lambda} \xi_\varkappa s_{\varkappa\lambda}(x)\, u_{\lambda\beta} = \sum \xi_\varkappa s_{\varkappa\lambda}(x)\, t_{\lambda\beta}(y).$$

Nun ist aber nach (7.)

$$\sum_\varkappa \xi_\varkappa s_{\varkappa\lambda}(x) = \sum_\alpha r_{\alpha\lambda} x_\alpha.$$

Setzt man dies ein, so ergibt sich durch Vergleichung der Koeffizienten von x_α

$$\sum_\lambda r_{\alpha\lambda} u_{\lambda\beta} = \sum_\lambda r_{\alpha\lambda} t_{\lambda\beta}(y),$$

und mithin, weil $|R|$ von Null verschieden ist, $u_{\alpha\beta} = t_{\alpha\beta}(y)$, $U = T(y)$.

Ist speziell $U = E = (e_{\alpha\beta})$ die *Hauptmatrix*, so kann man eine Größe $y = e$ so bestimmen, daß $T(e) = E$ wird (Ded. (44.)). Nach (11.) ist dann auch $S(e) = E$. Diese Größe

$$(12.)\qquad e = \varepsilon_1 e_1 + \varepsilon_2 e_2 + \cdots + \varepsilon_n e_n$$

heißt die *Haupteinheit*. Ihre Koordinaten genügen den Bedingungen

$$(13.)\qquad s_{\alpha\beta}(e) = t_{\alpha\beta}(e) = e_{\alpha\beta}$$

oder

$$(14.)\qquad \sum_\lambda a_{\alpha\lambda\beta}\, e_\lambda = e_{\alpha\beta}\,, \qquad \sum_\mu a_{\alpha\beta\mu}\, e_\mu = e_{\alpha\beta}.$$

Ist also $S(x) = S(y)$ oder $T(x) = T(y)$ oder $S(x) = T(y)$, so ist $x = y$; ist $R(\xi) = R(\eta)$ oder $R(\xi) = R'(\eta)$, so ist $\xi = \eta$.

§ 2.

Ist $x = yz$, also

$$(1.)\qquad x_\varkappa = \sum_{\lambda,\mu} a_{\varkappa\lambda\mu}\, y_\lambda z_\mu = \sum_\mu s_{\varkappa\mu}(y)\, z_\mu = \sum_\lambda t_{\varkappa\lambda}(z)\, y_\lambda,$$

so ist

$$s_{\alpha\beta}(x) = \sum_\varkappa a_{\alpha\varkappa\beta}\, x_\varkappa = \sum_{\varkappa,\lambda,\mu} a_{\alpha\varkappa\beta}\, a_{\varkappa\lambda\mu}\, y_\lambda z_\mu = \sum_{\varkappa,\lambda,\mu} a_{\alpha\lambda\varkappa}\, a_{\varkappa\mu\beta}\, y_\lambda z_\mu = \sum_\varkappa s_{\alpha\varkappa}(y)\, s_{\varkappa\beta}(z)$$

und

$$t_{\alpha\beta}(x) = \sum_\varkappa a_{\alpha\beta\varkappa}\, x_\varkappa = \sum_{\varkappa,\lambda,\mu} a_{\alpha\beta\varkappa}\, a_{\varkappa\lambda\mu}\, y_\lambda z_\mu = \sum_{\varkappa,\lambda,\mu} a_{\alpha\varkappa\mu}\, a_{\varkappa\beta\lambda}\, y_\lambda z_\mu = \sum_\varkappa t_{\alpha\varkappa}(z)\, t_{\varkappa\beta}(y).$$

Mit $f(yz)$ oder $S(yz)$ bezeichne ich das, was aus $f(x)$ oder $S(x)$ wird, falls man darin die n Variabeln $x_\varkappa$ durch die Koordinaten (1.) des Produktes yz ersetzt. Dann erhält man

$$(2.)\qquad S(yz) = S(y)\, S(z)\,, \qquad T(yz) = T(z)\, T(y).$$

Ist $S(x) = x_1 E_1 + x_2 E_2 + \cdots + x_n E_n$, so ist folglich

$$(3.)\qquad E_\beta E_\gamma = \sum_\alpha a_{\alpha\beta\gamma} E_\alpha ,$$

und da nur dann $S(x) = 0$ ist, wenn $x = 0$ ist, so sind die n konstanten Matrizen $E_1, E_2, \cdots E_n$ linear unabhängig. Sie bilden mithin eine *Darstellung* (vergl. § 16) der Gruppe (ε), und aus dieser folgt, daß die Voraussetzung der Unabhängigkeit der Grundzahlen mit den quadratischen Gleichungen (2.) § 1 verträglich ist, deren Koeffizienten den Gleichungen (3.) § 1 und den Ungleichheiten (1.) § 3 genügen, oder daß aus diesen Bedingungen keine linearen Beziehungen zwischen den Grundzahlen fließen. Erst auf Grund dieser Gewißheit sind Beweise zulässig, wie der an Formel (3.) § 3 anknüpfende, worin die hyperkomplexen Größen selbst benutzt werden.

Ist ferner $T(x) = x_1 F_1 + x_2 F_2 + \cdots + x_n F_n$, so ist

$$(4.)\qquad F_\beta F_\gamma = \sum_\alpha a_{\alpha\gamma\beta} F_\alpha .$$

Da für Matrizen das assoziative Gesetz gilt, so bilden $F_1, F_2, \cdots F_n$ die *Basis* einer Gruppe, der *antistrophen Gruppe* (ε'). Eine andere Darstellung von (ε) liefert die zu T konjugierte Matrix T'. Man könnte daher auch T' als die Matrix der Gruppe (ε) und S' als die der antistrophen Gruppe (ε') bezeichnen.

Ist ξ ein Parameter, und setzt man

$$(5^*.)\qquad \zeta_\mu = \sum_{\varkappa,\lambda} a_{\varkappa\lambda\mu}\, \xi_\varkappa y_\lambda = \sum_\lambda r_{\lambda\mu}(\xi)\, y_\lambda = \sum_\varkappa s_{\varkappa\mu}(y)\, \xi_\varkappa ,$$

so wird

$$r_{\alpha\beta}(\zeta) = \sum_\mu a_{\mu\alpha\beta}\, \zeta_\mu = \sum_{\varkappa,\mu} \xi_\varkappa\, s_{\varkappa\mu}(y)\, a_{\mu\alpha\beta} .$$

Dies ist der Koeffizient von z_β in

$$\sum_\beta r_{\alpha\beta}(\zeta) z_\beta = \sum_{\varkappa,\mu} \xi_\varkappa\, s_{\varkappa\mu}(y)\, t_{\mu\alpha}(z) = \sum_{\varkappa,\mu} \xi_\varkappa\, t_{\varkappa\mu}(z)\, s_{\mu\alpha}(y) = \sum_{\mu,\beta} s_{\mu\alpha}(y)\, r_{\mu\beta}(\xi)\, z_\beta .$$

Daher ist

$$(5.)\qquad r_{\alpha\beta}(\zeta) = \sum_\mu s_{\mu\alpha}(y)\, r_{\mu\beta}(\xi)$$

oder

$$(5.)\qquad R(\zeta) = S'(y) R(\xi) .$$

Setzt man endlich

$$(6^*.)\qquad \eta_\lambda = \sum_{\varkappa,\mu} a_{\varkappa\lambda\mu}\, \xi_\varkappa z_\mu = \sum_\mu r_{\lambda\mu}(\xi)\, z_\mu = \sum_\varkappa t_{\varkappa\lambda}(z)\, \xi_\varkappa ,$$

so wird

$$r_{\alpha\beta}(\eta) = \sum_\lambda a_{\lambda\alpha\beta}\, \eta_\lambda = \sum_{\varkappa,\lambda} \xi_\varkappa\, t_{\varkappa\lambda}(z)\, a_{\lambda\alpha\beta}$$

und daher

$$\sum_\alpha r_{\alpha\beta}(\eta)\, y_\alpha = \sum_{\varkappa,\lambda} \xi_\varkappa\, t_{\varkappa\lambda}(z)\, s_{\lambda\beta}(y) = \sum_{\varkappa,\lambda} \xi_\varkappa\, s_{\varkappa\lambda}(y)\, t_{\lambda\beta}(z) = \sum_{\alpha,\lambda} r_{\alpha\lambda}(\xi)\, t_{\lambda\beta}(z)\, y_\alpha ,$$

mithin

$$r_{\alpha\beta}(\eta) = \sum_{\lambda} r_{\alpha\lambda}(\xi)\, t_{\lambda\beta}(z) \tag{6.}$$

oder

$$R(\eta) = R(\xi)\, T(z)\,. \tag{6.}$$

Bei passend geänderter Bezeichnung ergibt sich daraus:

Wenn die parastrophe Determinante nicht identisch verschwindet, und für den Wert ζ des Parameters die Determinante der Matrix $R_\zeta = R = (r_{\alpha\beta})$ von Null verschieden ist, so geht R_ξ durch die Substitution $\xi_\alpha = \sum_\beta r_{\alpha\beta} x_\beta$ in RT_x über, und durch die konjugierte Substitution $\xi_\beta = \sum_\alpha r_{\alpha\beta} x_\alpha$ in $S'_x R$.

Unter jener Bedingung ist die Gruppendeterminante der antistrophen Gruppendeterminante identisch gleich, und bis auf den Faktor $|R|$ auch gleich der Funktion, in welche die parastrophe Determinante durch irgend eine jener beiden konjugierten Substitutionen übergeht; und alle drei Determinanten stimmen in den Elementarteilern überein.

Sind ξ, η, ζ, τ beliebige Parameter, so folgt aus (9.) § 1, daß $R_\tau^{-1} R_\xi$ mit $R'^{-1}_\tau R'_\zeta$ vertauschbar ist, oder daß die Matrix $R'_\zeta R_\tau^{-1} R_\xi R'^{-1}_\zeta$ von ζ unabhängig ist.

§ 3.

Wenn $|R(\xi)|$ nicht identisch verschwindet, so verschwindet keine der beiden Determinanten $|S(x)|$ oder $|T(x)|$ identisch, und es gibt eine Zahl e, wofür $S(e) = T(e) = E$ ist. Wenn aber identisch $|R(\xi)| = 0$ ist, so füge ich zu den bisherigen Voraussetzungen die weitere hinzu, daß keine der beiden Determinanten

$$|S(x)|\,, \qquad |T(x)| \tag{1.}$$

identisch Null ist. Wählt man z so, daß $|S(z)|$ und $|T(z)|$ beide von Null verschieden sind, so kann man (vergl. z. B. Mol. Satz 1), weil $|S(z)|$ von Null verschieden ist, eine Zahl e bestimmen, die der Gleichung $ze = z$ genügt. Ist ferner x eine beliebige Größe, so kann man, weil $|T(z)|$ von Null verschieden ist, y so bestimmen, daß $yz = x$ wird. Dann ist auch $xe = x$ und $zex = zx$, also weil $|S(z)|$ von Null verschieden ist, $ex = x$. Da ferner nach (2.) § 2 $S(z) = S(z)S(e)$ und $T(z) = T(e)T(z)$ ist, so ist $S(e) = T(e) = E$.

Der Satz des § 1 bleibt richtig, wenn weder $|S(x)|$ noch $|T(x)|$ identisch verschwindet, auch wenn identisch $|R(\xi)| = 0$ ist. Denn setzt man $\sum_\varkappa u_{\alpha\varkappa} e_\varkappa = y_\alpha$, so ist

$$\sum_{\beta,\varkappa} u_{\alpha\beta}\, s_{\beta\varkappa}(x)\, e_\varkappa = \sum_{\gamma,\varkappa} s_{\alpha\gamma}(x)\, u_{\gamma\varkappa}\, e_\varkappa\,,$$

also

$$\sum_\beta u_{\alpha\beta}\, x_\beta = \sum_\gamma s_{\alpha\gamma}(x)\, y_\gamma = \sum_\beta t_{\alpha\beta}(y)\, x_\beta\,,$$

und mithin $u_{\alpha\beta} = t_{\alpha\beta}(y)$.

Ist $|S(x)|$ für eine bestimmte Größe x von Null verschieden, so kann man y so bestimmen, daß $xy = e$ wird. Dann ist nach (2.) § 2 $T(y)T(x) = T(e) = E$. Ist also $|S(x)|$ für den Wert x von Null verschieden, so ist auch $|T(x)|$ von Null verschieden und umgekehrt. Ist also $|S(x)| = 0$, so ist auch $|T(x)| = 0$. Jeder Primfaktor $\Phi(x)$ der Gruppendeterminante $|S(x)|$ ist daher auch in der antistrophen Determinante $|T(x)|$ enthalten und umgekehrt. In den beiden Zerlegungen

$$(2.)\qquad |S(x)| = \Pi\,\Phi(x)^s\,,\qquad |T(x)| = \Pi\,\Phi(x)^t$$

treten genau dieselben Primfaktoren $\Phi(x)$ auf, doch können die Exponenten s und t verschieden sein, aber nur, wenn identisch $|R(\xi)| = 0$ ist.

Das einfachste Beispiel für diese Möglichkeit liefert, wie mir MOLIEN mitgeteilt hat, die einzige nicht kommutative Gruppe der Ordnung $n = 3$, für die

$$x_1 = y_1 z_1\,,\qquad x_2 = y_2 z_2\,,\qquad x_3 = y_1 z_3 + y_3 z_2$$

ist. Demnach ist

$$R(\xi) = \begin{pmatrix} \xi_1 & 0 & \xi_3 \\ 0 & \xi_2 & 0 \\ 0 & \xi_3 & 0 \end{pmatrix},\quad S(y) = \begin{pmatrix} y_1 & 0 & 0 \\ 0 & y_2 & 0 \\ 0 & y_3 & y_1 \end{pmatrix},\quad T(z) = \begin{pmatrix} z_1 & 0 & 0 \\ 0 & z_2 & 0 \\ z_3 & 0 & z_2 \end{pmatrix},$$

also, in Elementarteiler zerlegt,

$$|S(x)| = x_1 x_1 x_2\,,\quad |T(x)| = x_1 x_2 x_2\,,\quad |uR(\xi) + vR'(\xi)| = -(\xi_1 + \xi_2)\,\xi_3^2\, uv\,(u+v)\,.$$

Aus der Gleichung (2.) § 2 folgt durch wiederholte Anwendung

$$S_x^\varkappa = S(x^\varkappa)\,,\quad T_x^\varkappa = T(x^\varkappa)\,.$$

Unter u, v, w verstehe ich hier stets gewöhnliche (nicht hyperkomplexe) Größen. Ist $g(u)$ eine ganze Funktion der Variabeln u, also $g((x))$ eine ganze Funktion der hyperkomplexen Größe x selbst, so ist mithin

$$(3.)\qquad g(S_x) = S\big(g((x))\big)\,,\quad g(T_x) = T\big(g((x))\big)\,.$$

Wenn demnach einer der Ausdrücke $g((x))$, $g(S_x)$ oder $g(T_x)$ für alle Werte von x verschwindet, so verschwinden auch die beiden anderen (MOL. § 4). Die Gleichung niedrigsten Grades, der eine Matrix $S_x = S$ genügt, $g(S) = 0$, wird ihre *reduzierte Gleichung* genannt. Die Funktion $g(u)$ erhält man, indem man die *charakteristische Determinante* von S, die Determinante der Matrix

$$(4.)\qquad uE - S(x) = S(ue - x)\,,$$

durch den größten gemeinsamen Teiler ihrer Unterdeterminanten $(n-1)^{\text{ten}}$ Grades dividiert. Nach (3.) genügen S und T derselben reduzierten Gleichung $g(S)=0$ und $g(T)=0$, und diese ist zugleich die Gleichung niedrigsten Grades, der eine variable Größe x genügt, $g((x))=0$. Wenn also auch die Determinanten der beiden antistrophen Gruppen verschieden sein können, so stimmen doch ihre ersten Elementarteiler immer überein.

Die reduzierte Funktion $g(u)$ verschwindet für jede der *charakteristischen Wurzeln* von S, d. h. der Wurzeln der *charakteristischen Gleichung* $|uE-S|=0$. Damit ist aufs neue bewiesen, daß die beiden antistrophen Gruppendeterminanten genau dieselben Primfaktoren enthalten.

§ 4.

Ist $\Theta(x)=|S(x)|$ die Gruppendeterminante, so ist nach (2.) § 2 $\Theta(yz)=\Theta(y)\Theta(z)$. In jedem Primfaktor $\Phi(x)$ von $\Theta(x)$ denke ich mir den konstanten Faktor so gewählt, daß $\Phi(e)=1$ ist. Ist dann $\Phi(x)$ ein solcher Faktor oder auch ein Produkt von mehreren, so ist auch

$$\Phi(yz)=\Phi(y)\Phi(z)\,. \tag{1.}$$

Umgekehrt muß jede homogene Funktion $\Phi(x)$, welche diese Eigenschaft besitzt, ein Produkt von Primfaktoren von $\Theta(x)$ sein (*Gr.* § 1). Denn bestimmt man y so, daß $xy=\Theta(x)e$ wird, so werden $y_1, y_2, \cdots y_n$ aus n linearen Gleichungen mit der Determinante $\Theta(x)$ gefunden, und sind daher *ganze* Funktionen von $x_1, x_2, \cdots x_n$. Ist r der Grad von $\Phi(x)$, so ist dann nach (1.)

$$\Phi(x)\Phi(y)=\Theta(x)^r\,.$$

Die Wurzeln $u_1, u_2, \cdots u_r$ der Gleichung $\Phi(ue-x)=0$ nenne ich die *charakteristischen Wurzeln* von $\Phi(x)$. Dann ist

$$\Phi(ue-x)=u^r-\Phi_1(x)u^{r-1}+\Phi_2(x)u^{r-2}-\cdots\pm\Phi_r(x)=(u-u_1)(u-u_2)\cdots(u-u_r)\,. \tag{2.}$$

Die Summe der r Wurzeln, $\Phi_1(x)$ oder

$$u_1+u_2+\cdots+u_r=\chi(x)=\sum_\alpha \chi_\alpha x_\alpha\,, \tag{3.}$$

nenne ich die *Spur* von $\Phi(x)$. Durch das System ihrer n Koeffizienten, das ich ebenfalls mit χ bezeichne und den für $\Phi(x)$ *charakteristischen Parameter* nenne, ist die Funktion $\Phi(x)$ vollständig bestimmt (Mol. § 3; *Gr.* § 3). Denn ist

$$g(u)=a(u+v_1)(u+v_2)\cdots(u+v_m)$$

eine ganze Funktion von u, so ist auch

$$y=g((x))=a(x+v_1e)(x+v_2e)\cdots(x+v_me)$$

und mithin nach (1.)

$$\Phi(y) = a^r \Phi(x+v_1 e)\Phi(x+v_2 e)\cdots\Phi(x+v_m e).$$

Setzt man hierin

$$\Phi(x+ve) = (u_1+v)(u_2+v)\cdots(u_r+v),$$

so erhält man

$$\Phi(y) = g(u_1)g(u_2)\cdots g(u_r).$$

Ersetzt man nun $g(u)$ durch $g(u)-v$, so erkennt man, daß $g(u_1)$, $g(u_2)\cdots g(u_r)$ die charakteristischen Wurzeln von $\Phi(y)$ sind. Daher ist

$$\chi\big(g((x))\big) = g(u_1)+g(u_2)+\cdots+g(u_r) \tag{4.}$$

und speziell

$$\chi(x^\varkappa) = u_1^\varkappa + u_2^\varkappa + \cdots + u_r^\varkappa, \tag{5.}$$

also für $\varkappa = 0$

$$r = \chi(e) = \sum_\alpha \chi_\alpha e_\alpha. \tag{6.}$$

Nach den bekannten Relationen zwischen den Koeffizienten einer Gleichung und den Potenzsummen ihrer Wurzeln ist daher identisch für Primfunktionen ersten Grades

$$\chi(x)\chi(y)-\chi(xy) = 0, \qquad \chi_\beta\chi_\gamma = \sum_\alpha a_{\alpha\beta\gamma}\chi_\alpha, \tag{7.}$$

für solche zweiten Grades

$$\chi(x)\chi(y)\chi(z)-\chi(x)\chi(yz)-\chi(y)\chi(zx)-\chi(z)\chi(xy)+\chi(xyz)+\chi(xzy) = 0. \tag{8.}$$

Das allgemeine Gesetz für die Bildung dieser Gleichungen habe ich *Gr.* § 3 auseinandergesetzt.

Insbesondere ist die Anzahl der verschiedenen linearen Primfunktionen gleich der Anzahl der Lösungen der Gleichungen (2.) § 1 durch gewöhnliche Zahlen (DED. (19.)). Wie ich in § 6 zeigen werde, sind diese Lösungen alle linear unabhängig.

Ist $\Theta(x)$ für einen bestimmten Wert x von Null verschieden, so ist nach (1.) § 4

$$\Phi(x^{-1}yx+ue) = \Phi(x^{-1})\Phi(y+ue)\Phi(x) = \Phi(y+ue)$$

und mithin $\chi(x^{-1}yx) = \chi(y)$, oder wenn man y durch xy ersetzt (MOL. Satz 14; *Gr.* § 3, (13.)),

$$\chi(xy) = \chi(yx). \tag{9.}$$

Die Matrix dieser symmetrischen bilinearen Form $F(\chi, x, y)$ ist

$$R_\chi = R'_\chi. \tag{10.}$$

Nennt man also ξ einen *symmetrischen Parameter*, wenn es den Gleichungen $r_{\alpha\beta}(\xi) = r_{\beta\alpha}(\xi)$ oder $R_\xi = R'_\xi$ genügt, so ist χ ein solcher Parameter.

Eine Größe x heißt eine *invariante Größe* der Gruppe (ε), wenn sie mit jeder Größe y dieser Gruppe vertauschbar ist, $xy = yx$. Demnach ist

$$\sum_\gamma a_{\alpha\beta\gamma} x_\gamma = \sum_\gamma a_{\alpha\gamma\beta} x_\gamma \qquad \text{oder} \qquad t_{\alpha\beta}(x) = s_{\alpha\beta}(x).$$

Wird umgekehrt die Veränderlichkeit von x durch die Gleichung $S(x) = T(x)$ beschränkt, so ist x eine invariante Größe von (ε).

Auch die allgemeinere Gleichung $S(x) = T(y)$ oder

$$x_1 E_1 + \cdots + x_n E_n = y_1 F_1 + \cdots + y_n F_n$$

kann nach (14.) § 1 nur bestehen, wenn $x = y$ eine invariante Größe ist. Die von den invarianten Größen gebildete Gruppe ist also der größte gemeinsame Divisor der beiden antistrophen Gruppen (3.) und (4.) § 2.

Ist y unbeschränkt veränderlich, x aber eine invariante Variable, so ist $S(x) = T(x)$ mit $S(y)$ vertauschbar, und daher lassen sich die charakteristischen Wurzeln $u_1, u_2, \cdots$ der Matrix $S(x)$ den charakteristischen Wurzeln $v_1, v_2, \cdots$ der Matrix $S(y)$ so zuordnen, daß $u_1 v_1, u_2 v_2 \cdots$ die charakteristischen Wurzeln von $S(x)S(y) = S(xy)$ sind. Mithin ist auch

$$\Phi(ue - xy) = (u - u_1 v_1)(u - u_2 v_2) \cdots (u - u_r v_r),$$

wo $u_1, u_2, \cdots u_r$ nur von x abhängen, $v_1, v_2, \cdots v_r$ nur von y. Setzt man $y = e$, so erkennt man, daß $u_1, u_2, \cdots u_r$ die charakteristischen Wurzeln von $\Phi(x)$ sind, setzt man $x = e$, daß $v_1, v_2, \cdots v_r$ die von $\Phi(y)$ sind.

Bei der Bestimmung der Art, wie diese Wurzeln in der obigen Zerlegung einander zugeordnet sind, beschränke ich mich auf den Fall, wo $\Phi(y)$ eine Primfunktion ist. Dann ist $\Phi(ue - y)$ als Funktion von u irreduzibel, d. h. kann nicht als Produkt ganzer Funktionen von u dargestellt werden, deren Koeffizienten rationale Funktionen der n unbeschränkt veränderlichen Größen $y_1, y_2, \cdots y_n$ sind. Da u_1 von diesen unabhängig ist, so ist die Funktion $\Phi(ue - u_1 y)$ der Variabeln u in demselben Sinne irreduzibel. Die Funktion $\Phi(ue - xy)$ hat mit ihr den Faktor $u - u_1 v_1$ gemeinsam, und ist folglich mit ihr identisch $\Phi(ue - xy) = \Phi(ue - u_1 y)$. Mithin ist $\chi(xy) = u_1 \chi(y)$, also für $y = e$ $\chi(x) = r u_1$. Setzt man $u = 0$, $y = e$, so wird $\Phi(x) = u_1^r$. So ergibt sich der Satz (*Gr.* § 6):

Ist $\chi(x)$ die Spur des Primfaktors r^{ten} Grades $\Phi(x)$ der Gruppendeterminante, ist y eine unbeschränkt veränderliche, x aber eine invariante Größe, so ist

$$\chi(x)\chi(y) = r\chi(xy) = \chi(e)\chi(xy), \tag{11.}$$

und

$$(12.)\qquad \Phi(x) = \left(\frac{1}{r}\chi(x)\right)^r, \qquad \Phi(ue-x) = \left(u - \frac{1}{r}\chi(x)\right)^r$$

ist die r^{te} Potenz einer linearen Funktion, und die r charakteristischen Wurzeln von $\Phi(x)$ sind alle gleich $\frac{1}{r}\chi(x)$.

§ 5.

Ist $t = xy$, so ist $t+ux = x(y+ue)$ und folglich, wenn $\Phi(x)$ ein Faktor einer Potenz von $\Theta(x)$ ist, $\Phi(t+ux) = \Phi(x)\,\Phi(y+ue)$. Vergleicht man darin die Koeffizienten von u^{r-1}, so erhält man

$$\sum_\alpha \frac{\partial\Phi(x)}{\partial x_\alpha} t_\alpha = \Phi(x)\chi(y),$$

also weil $t_\alpha = \sum_\beta s_{\alpha\beta}(x) y_\beta$ ist,

$$\sum_\alpha \frac{\partial\Phi(x)}{\partial x_\alpha} s_{\alpha\beta} = \Phi(x)\chi_\beta.$$

Auf diese Weise, und durch die Zerlegung $yx+ux = (y+ue)x$, erhält man (*Gr.* § 5, (3.))

$$(1.)\qquad \sum_\varkappa \frac{\partial\Phi(x)}{\partial x_\varkappa} s_{\varkappa\alpha}(x) = \sum_\varkappa \frac{\partial\Phi(x)}{\partial x_\varkappa} t_{\varkappa\alpha}(x) = \Phi(x)\chi_\alpha.$$

Setzt man also in der Formel (5*.) § 2 $\xi_\varkappa = \frac{\partial\Phi}{\partial x_\varkappa}$, so wird $\zeta_\mu = \Phi\chi_\mu$, und nach (5.) und (6.) § 2 ist daher (*Gr.* § 4, (1.))

$$(2.)\qquad S'(x)\,R\left(\frac{\partial\Phi}{\partial x}\right) = R\left(\frac{\partial\Phi}{\partial x}\right)T(x) = \Phi(x)\,R(\chi),$$

wo die Matrix

$$R\left(\frac{\partial\Phi}{\partial x}\right) = \left(\sum_\varkappa a_{\varkappa\alpha\beta}\frac{\partial\Phi}{\partial x_\varkappa}\right)$$

ist. Geht diese in

$$R_1 u^{r-1} + R_2 u^{r-2} + \cdots + R_r$$

über, falls man x durch $ue-x$ ersetzt, so ist nach (2.) § 4

$$(R_1 u^{r-1} + \cdots + R_r)\,(Eu-T) = R_\chi(u^r - \Phi_1 u^{r-1} + \Phi_2 u^{r-2} - \cdots \pm \Phi_r).$$

Vergleicht man die Koeffizienten von $u^r, u^{r-1}, \cdots u^0$, so erhält man $r+1$ Gleichungen. Multipliziert man diese rechts mit $T^r, T^{r-1}, \ldots T^0$ und addiert sie, so ergibt sich (*Gr.* § 4, (5.))

$$(3.)\qquad R_\chi(T^r - \Phi_1 T^{r-1} + \Phi_2 T^{r-2} - \cdots \pm \Phi_r) = 0$$

oder einfacher

$$R_\chi\Phi(xE - eT) = 0.$$

In derselben Weise ergibt sich $\Phi(xE-eS')R_\chi = 0$, also wenn man die konjugierten Matrizen nimmt, nach (10.) § 4

(3.) $$R_\chi \Phi(xE-eS) = 0 \quad , \quad R_\chi \Phi(xE-eT) = 0.$$

Nach (3.) § 3 kann man für $\Phi(xE-eS)$ auch $S\big(\Phi(x-((x))e)\big)$ schreiben, d. h. $S(y)$, wo $y = g((x))$ und $g(u) = \Phi(x-ue)$ ist.

Zu der Formel (2.), worauf die folgende Entwicklung wesentlich beruht, gelangt man auch, indem man $t = xyz$ (oder yzx) setzt, und in der Gleichung

$$\sum_\varkappa \frac{\partial \Phi(x)}{\partial x_\varkappa} t_\varkappa = \Phi(x)\chi(yz),$$

worin

$$t_\varkappa = \Sigma a_{\varkappa\lambda\mu} x_\lambda a_{\mu\alpha\beta} y_\alpha z_\beta \quad , \quad \chi(yz) = \Sigma r_{\alpha\beta}(\chi) y_\alpha z_\beta$$

ist, die Koeffizienten von $y_\alpha z_\beta$ vergleicht.

§ 6.

Die kleinste Anzahl unabhängiger linearer Verbindungen der Variabeln, wodurch sich eine Funktion oder ein System von Funktionen ausdrücken läßt, nenne ich seinen *linearen Rang*, oder auch nur seinen *Rang*, sobald eine Verwechslung mit dem Begriffe des Ranges einer Determinante oder Matrix ausgeschlossen ist. Der lineare Rang m einer quadratischen Funktion

(1.) $$\sum_{\alpha,\beta} r_{\alpha\beta}(\chi) x_\alpha x_\beta = F(\chi, x, x) = \chi(x^2) = \Phi_1^2 - 2\Phi_2$$

ist gleich dem Range der aus ihren Koeffizienten gebildeten symmetrischen Matrix R_χ, und gleich dem linearen Range des Systems der n linearen Funktionen

(2.) $$\sum_\beta r_{\alpha\beta}(\chi) x_\beta,$$

den halben Ableitungen der quadratischen Funktion. Durch irgend m gerade dieser linearen Funktionen, die von einander unabhängig sind, läßt sich $\chi(x^2)$ darstellen. Ebenso kann man ihre Kovariante, die symmetrische bilineare Form

(3.) $$\sum_{\alpha,\beta} r_{\alpha\beta}(\chi) x_\alpha y_\beta = F(\chi, x, y) = \chi(xy) = \chi(yx)$$

durch jene m Variabeln ausdrücken und durch die m, die unter den n Variabeln $\sum_\beta r_{\alpha\beta} y_\beta$ von einander unabhängig sind.

Die trilineare Funktion $\chi(xyz) = \chi((xy)z)$ ist eine bilineare Funktion der Koordinaten von xy und von z, läßt sich also durch die m Variabeln ausdrücken, die unter den n Variabeln $\sum_\beta r_{\alpha\beta} z_\beta$ von einander unabhängig sind. Sie ist gleich $\chi(x(yz)) = \chi(z(xy)) = \chi((zx)y)$,

also auch nur abhängig von den Variabeln $\sum_\beta r_{\alpha\beta} x_\beta$ und den Variabeln $\sum_\beta r_{\alpha\beta} y_\beta$. Dasselbe gilt von $\chi(xyzt) = \chi(yztx) = \chi(ztxy) = (txyz)$. Daher ist auch

$$\chi(x^\varkappa) = u_1^\varkappa + u_2^\varkappa + \cdots + u_r^\varkappa$$

nur von den Variabeln (2.) abhängig, also auch das Produkt $\Phi(x) = u_1 u_2 \cdots u_r$, das eine ganze Funktion jener Potenzsummen ist. Umgekehrt lassen sich durch die linearen Verbindungen der Variabeln $x_1, x_2, \cdots x_n$, von denen $\Phi(x)$ abhängt, auch die in der Entwicklung von $\Phi(ue-x)$ auftretenden Funktionen $\Phi_1(x), \Phi_2(x), \cdots$ ausdrücken, also auch $\chi(x^2)$.

I. *Ist $\Phi(x)$ ein Produkt von Primfaktoren der Gruppendeterminante, und $\chi(x)$ die Spur von $\Phi(x)$, so ist der lineare Rang von $\Phi(x)$ gleich dem der quadratischen Funktion $\chi(x^2)$, also gleich dem Range der Matrix R_χ, und die Funktion $\Phi(x)$ läßt sich durch die Ableitungen von $\chi(x^2)$ ausdrücken.*

Jetzt seien $\Phi, \Phi', \Phi'', \cdots$ die k verschiedenen Primfaktoren von Θ, und $\chi, \chi', \chi'', \cdots$ ihre Spuren. Sind dann $C, C', C'', \ldots$ irgend welche Matrizen n^{ten} Grades, so will ich zeigen: Eine Relation

$$CR_\chi + C'R_{\chi'} + C''R_{\chi''} + \cdots = 0 \tag{4.}$$

kann nur bestehen, wenn einzeln

$$CR_\chi = C'R_{\chi'} = C''R_{\chi''} = \cdots = 0$$

ist. Denn nach (2.) § 5 ist

$$R_\chi = R\left(\frac{\partial l(\Phi)}{\partial x}\right) T(x)$$

und mithin, da $|T(x)|$ von Null verschieden ist,

$$CR\left(\frac{\partial l(\Phi)}{\partial x}\right) + C'R\left(\frac{\partial l(\Phi')}{\partial x}\right) + C''R\left(\frac{\partial l(\Phi'')}{\partial x}\right) + \cdots = 0.$$

Nun sei $\Psi = \Phi'\Phi'' \cdots$ das Produkt der $k-1$ von Φ verschiedenen Primfunktionen. Multipliziert man mit $\Phi\Psi$, so erkennt man, daß die Elemente der Matrix $\Psi(x) CR\left(\frac{\partial \Phi}{\partial x}\right)$ alle durch die Funktion r^{ten} Grades $\Phi(x)$ teilbar sind, also weil Φ und Ψ teilerfremd sind, auch die der Matrix $CR\left(\frac{\partial \Phi}{\partial x}\right)$. Da diese aber nur vom $(r-1)^{\text{ten}}$ Grade sind, so müssen sie Null sein. Mithin ist

$$0 = CR\left(\frac{\partial l(\Phi)}{\partial x}\right) T(x) = CR_\chi.$$

Zu diesem Ergebnis kann man auch mittels der Formel (3.) § 5 gelangen. Nach dieser ist $R_\chi \Psi(xE - eS) = 0$, und weil je zwei ganze Funktionen der Matrix S mit einander vertauschbar sind, auch

$$R_{\chi'} \Psi(xE - eS) = R_{\chi'} \Phi''(xE - eS)\Phi'(xE - eS) \cdots = 0.$$

Folglich ist auch

$$CR_\chi\big(\Psi(xE-eS)+\Phi(xE-eS)\big)=0.$$

Die Determinante der in der Klammer stehenden Matrix, einer Funktion von S, ist von Null verschieden, weil die Funktion $\Psi(x-ue)+\Phi(x-ue)$ der Variabeln u für keine Wurzel der charakteristischen Gleichung $\Theta(x-ue)=0$ verschwindet. Folglich muß $CR_\chi=0$ sein.

Sind $m, m', m'', \cdots$ die Rangzahlen der Matrizen $R_\chi, R_{\chi'}, R_{\chi''}, \cdots$, so sind unter den n Variabeln $\sum\limits_\beta r_{\alpha\beta}(\chi')x_\beta$ genau m' unabhängig, unter den n Variabeln $\sum\limits_\beta r_{\alpha\beta}(\chi'')x_\beta$ genau m'', usw. Die so erhaltenen $m+m'+m''+\cdots$ linearen Verbindungen der n Variabeln $x_1, x_2, \cdots x_n$ sind aber alle unter einander unabhängig. Denn eine in $x_1, x_2, \cdots x_n$ identische Beziehung

$$\sum_\alpha c_\alpha\Big(\sum_\beta r_{\alpha\beta}(\chi)x_\beta\Big)+\sum_\alpha c'_\alpha\Big(\sum_\beta r_{\alpha\beta}(\chi')x_\beta\Big)+\sum_\alpha c''_\alpha\Big(\sum_\beta r_{\alpha\beta}(\chi'')x_\beta\Big)+\cdots=0$$

kann nur bestehen, wenn die k Teilsummen einzeln verschwinden. Die n Gleichungen

$$\sum_\alpha c_\alpha r_{\alpha\beta}(\chi)+\sum_\alpha c'_\alpha r_{\alpha\beta}(\chi')+\sum_\alpha c''_\alpha r_{\alpha\beta}(\chi'')+\cdots=0$$

haben nämlich die Gestalt (4.), falls C eine Matrix ist, worin eine Zeile aus den Elementen $c_1, c_2, \cdots c_n$ besteht, während die Elemente der anderen Zeilen verschwinden.

Da $\sum\limits_\alpha \chi_\alpha x_\alpha = \sum\limits_\alpha e_\alpha\big(\sum\limits_\beta r_{\alpha\beta}(\chi)x_\beta\big)$ eine lineare Verbindung der n Variabeln (2.) ist, so sind auch die k Funktionen

$$(5.)\qquad \chi(x),\quad \chi'(x),\quad \chi''(x),\cdots$$

linear unabhängig.

Ferner läßt sich $\chi(x^2)$ als eine quadratische Funktion von m unabhängigen Variabeln mit nicht verschwindender Determinante ausdrücken $\chi'(x^2)$ als eine Funktion von m' Variabeln vom Range m', usw., und diese $m+m'+m''+\cdots$ Variabeln sind alle unter einander unabhängig. Sind also $c, c', c'', \cdots$ Konstanten, so ist der Rang der quadratischen Funktion

$$c\chi(x^2)+c'\chi'(x^2)+c''\chi''(x^2)+\cdots$$

gleich der Summe der Rangzahlen der einzelnen Summanden. Der Rang von $c\chi(x^2)$ ist 0 oder m, je nachdem $c=0$ ist, oder nicht.

II. *Der Rang der Matrix* $cR_\chi+c'R_{\chi'}+c''R_{\chi''}+\cdots$ *ist gleich der Summe der Rangzahlen der Matrizen* $cR_\chi, c'R_{\chi'}, c''R_{\chi''}, \cdots$.

Der lineare Rang eines Produktes von Primfaktoren der Gruppendeterminante ist gleich der Summe der Rangzahlen ihrer verschiedenen Primfaktoren.

§ 7.

Die Spuren der Determinanten $|S(x)|$ und $|T(x)|$ bezeichne ich mit

$$(1.)\quad \sigma(x) = \sum_\alpha \sigma_\alpha x_\alpha = \sum_\varkappa s_{\varkappa\varkappa}(x)\quad,\qquad \tau(x) = \sum_\alpha \tau_\alpha x_\alpha = \sum_\varkappa t_{\varkappa\varkappa}(x)\,.$$

Ihre Koeffizienten sind

$$(2.)\qquad \sigma_\alpha = \sum_\varkappa a_{\varkappa\alpha\varkappa}\quad;\qquad \tau_\alpha = \sum_\varkappa a_{\varkappa\varkappa\alpha}\,,$$

und nach (2.) § 3 ist

$$(3.)\qquad \begin{aligned} \sigma &= s\chi + s'\chi' + s''\chi'' + \cdots = \Sigma\, s\chi\quad,\\ \tau &= t\chi + t'\chi' + t''\chi'' + \cdots = \Sigma\, t\chi\,. \end{aligned}$$

Daher haben nach Satz II, § 6 die Matrizen R_σ und R_τ beide den Rang $m + m' + m'' + \cdots$.

Eine Gruppe (ε), wofür die Determinante der symmetrischen Matrix

$$(4.)\qquad R_\sigma = P = (p_{\alpha\beta})$$

von Null verschieden ist, nenne ich eine *Dedekind*sche *Gruppe* (Ded. (27.)), da Dedekind zuerst wenigstens für die kommutativen Gruppen die Bedeutung dieser Bedingung erkannt hat. Für eine solche ist nach dem Satze des § 2 $\Theta(x) = |S(x)| = |T(x)|$, also $\sigma = \tau$, und der Rang von R_σ

$$n = m + m' + m'' + \cdots = \Sigma\, m\,.$$

Eine Dedekindsche Gruppe kann also auch als eine solche definiert werden, deren Ordnung dem linearen Range ihrer Determinante gleich ist. Ist

$$\psi = \chi + \chi' + \chi'' + \cdots = \Sigma\,\chi$$

die Spur des Produkts der k verschiedenen Primfaktoren von Θ

$$\Psi(x) = \Phi\Phi'\Phi''\cdots = \Pi\,\Phi(x)\,,$$

so hat nach Satz II, § 6 auch R_ψ den Rang $\Sigma\, m = n$. Demnach ist $|R_\psi|$ von Null verschieden. Nach (3.) § 5 ist aber

$$R_\psi \Psi(Se - Ex) = 0\,,$$

und folglich ist

$$(5.)\qquad \Psi(Se - Ex) = 0\,.$$

Da die Funktion

$$(6.)\qquad g(u) = \Psi(ue - x) = \Pi\,\Phi(ue - x)$$

keine mehrfachen Faktoren hat, so ist mithin $g(S) = 0$ die reduzierte Gleichung für die Matrix S (vergl. Mol. Satz 24).

Dies kann man auch so einsehen: Nach (2.) § 5 ist

$$S' R\left(\frac{\partial \Theta}{\partial x}\right) = \Theta R_\sigma .$$

Nun ist $\Theta S'^{-1} = \overline{S'}$ die zu S' adjungierte Matrix, und demnach ist (Ded. (63.))

$$(7.)\qquad \overline{S'} = R\left(\frac{\partial \Theta}{\partial x}\right) R_\sigma^{-1} .$$

Die Elemente der Matrix $\overline{S'}$ sind die Unterdeterminanten $(n-1)^{\text{ten}}$ Grades von Θ. Diese sind also lineare Verbindungen der Ableitungen von Θ nach den n Variabeln $x_1, x_2, \cdots x_n$. Umgekehrt sind die Ableitungen einer Determinante lineare Verbindungen ihrer Unterdeterminanten. Daher ist der größte gemeinsame Divisor der Unterdeterminanten gleich dem der Ableitungen, also wenn man x durch $ue-x$ ersetzt, gleich

$$\Pi\left(\Phi(ue-x)\right)^{s-1} .$$

Nach der in § 3 erwähnten Regel erhält man aber die reduzierte Gleichung $g(S) = 0$, indem man

$$\Theta(ue-x) = \Pi\left(\Phi(ue-x)\right)^s$$

durch jenen Ausdruck dividiert, und folglich ist $g(u)$ die Funktion (6.). Die Wurzeln $u_1, u_2, \cdots u_p$ der Gleichung $g(u) = 0$ sind die $p = r+r'+r''+\cdots$ verschiedenen unter den n Wurzeln $u_1, u_2, \cdots u_n$ der Gleichung $\Theta(ue-x) = 0$.

§ 8.

Sind A und B zwei vertauschbare Matrizen n^{ten} Grades, so lassen sich ihre charakteristischen Wurzeln $a_1, a_2, \cdots a_n$ und $b_1, b_2, \cdots b_n$ einander so zuordnen, daß $f(a_1, b_1), f(a_2, b_2), \cdots f(a_n, b_n)$ die charakteristischen Wurzeln der Matrix $f(A, B)$ sind, und diese Zuordnung ist von der Wahl der ganzen Funktion $f(u, v)$ unabhängig. In § 3 der vorstehenden Arbeit habe ich ferner bewiesen:

I. *Zerfallen die charakteristischen Determinanten von zwei (oder mehr) mit einander vertauschbaren Matrizen A und B in lauter lineare Elementarteiler, so hat jede Matrix $f(A, B)$ dieselbe Eigenschaft.*

II. *Ist außerdem immer $b_\varkappa = b_\lambda$, falls $a_\varkappa = a_\lambda$ ist, so ist B eine ganze Funktion von A.*

Nun ist

$$(1.)\qquad g(u, x) = \Pi\,\Phi(ue-x)$$

eine ganze Funktion p^{ten} Grades von u, deren Koeffizienten ganze Funktionen der n Variabeln $x_1, x_2, \cdots x_n$ sind. Die p Wurzeln $u_1, u_2, \cdots u_p$ der Gleichung $g(u, x) = 0$ sind alle unter einander verschieden. Ist

$X = S(x)$, so sind die Elementarteiler von $|uE - X|$ alle linear und X genügt der Gleichung $g(X, x) = 0$.

Diese in $x_1, x_2, \cdots x_n$ identische Gleichung wird daher auch durch jedes spezielle Wertsystem der Variabeln befriedigt. Für ein solches brauchen $u_1, u_2, \cdots u_p$ nicht alle verschieden, die Elementarteiler von $|uE - X|$ nicht alle linear, und es braucht $g(X, x) = 0$ nicht die reduzierte Gleichung für X zu sein. Wenn aber x so gewählt wird, daß $u_1, u_2, \cdots u_p$ verschieden sind, so ist $g(X, x) = 0$ die reduzierte Gleichung für die Matrix X. Denn mehr als p verschiedene Wurzeln kann die Gleichung $|uE - X| = 0$ nicht haben, und ist $\psi(X) = 0$, so muß $\psi(u)$ für jede Wurzel dieser charakteristischen Gleichung verschwinden. Da dann die Gleichung $g(u, x) = 0$ keine mehrfache Wurzel hat, so sind die Elementarteiler von $|uE - X|$ alle linear.

Sei x so gewählt wie eben, und sei y eine mit x vertauschbare Größe. Dann ist auch die Matrix $Y = S(y)$ mit $X = S(x)$ vertauschbar. Daher ist die Determinante

$$(2.)\quad |uX + vY + wE| = |S(ux + vy + we)| = \Pi\left(\Phi(ux + vy + we)\right)^s$$

ein Produkt von linearen Faktoren $uu_\alpha + vv_\alpha + w$, worin u_α und v_α zugeordnete charakteristische Wurzeln der beiden vertauschbaren Matrizen X und Y sind, und mithin ist auch

$$(3.)\quad \Phi(ux + vy + we) = \Pi_\alpha^r (uu_\alpha + vv_\alpha + w)$$

ein Produkt linearer Funktionen von u, v, w. Setzt man $v = 0$ oder $u = 0$, so erkennt man: den r charakteristischen Wurzeln $u_1, \cdots u_r$ von $\Phi(x)$ sind die r Wurzeln $v_1, \cdots v_r$ von $\Phi(y)$ in einer bestimmten Reihenfolge zugeordnet, und folglich auch den p Wurzeln $u_1, \cdots u_p$ von $g(u, x) = 0$ die p Wurzeln $v_1, \cdots v_p$ von $g(v, y) = 0$. Da ferner $u_1, \cdots u_p$ verschieden sind, so zeigen die Formeln (2.) und (3.), daß je zwei gleichen Wurzeln $u_\varkappa = u_\lambda$ unter den n charakteristischen Wurzeln $u_1, \cdots u_n$ von X gleiche Wurzeln $v_\varkappa = v_\lambda$ von Y zugeordnet sind.

Ist l eine Konstante, so sind $v_1 - lu_1, \cdots v_p - lu_p$ die Wurzeln der Gleichung $g(w, y - lx) = 0$. Ist l nicht gleich einem der Brüche $\frac{v_\alpha - v_\beta}{u_\alpha - u_\beta}$, so sind jene p Wurzeln alle verschieden, und folglich sind die Elementarteiler der charakteristischen Determinante der Matrix $Z = Y - lX$ alle linear. Da X und Z vertauschbar sind, und $Y = lX + Z$ eine Funktion von X und Z ist, so sind nach Satz I auch die Elementarteiler von $|vE - Y|$ alle linear. Nach Satz II ist daher Y eine ganze Funktion von X (vergl. MOL. Satz 27).

Die Gleichung niedrigsten Grades, der x genügt, hat den Grad p. Daher sind $x^0, x^1, \cdots x^{p-1}$ linear unabhängig, jede ganze Funktion von

x aber von diesen p abhängig. Die linearen Gleichungen $xy-yx=0$ zwischen den n Unbekannten $y_1, y_2, \cdots y_n$ haben daher genau p unabhängige Lösungen. Die Matrix ihrer Koeffizienten $S(x)-T(x)$ hat daher den Rang $n-p$.

III. *Sind für eine bestimmte Größe x einer* Dedekind*schen Gruppe die $r+r'+r''+\cdots$ Wurzeln der Gleichung $\Pi\Phi(ue-x)=0$ alle verschieden, so hat die Matrix $S(x)-T(x)$ den Rang $n-(r+r'+r''+\cdots)$. Dann ist jede mit x vertauschbare Größe y eine ganze Funktion von x, und es sind für jede solche Größe y die Elementarteiler von $|vE-S(y)|$ alle linear.*

§ 9.

Die Theorie der Dedekindschen Gruppen werde ich in den §§ 13 bis 16 zu Ende führen. Jetzt kehre ich zur allgemeinen Theorie zurück. An Stelle der Basis $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \cdots \varepsilon_n$ der Gruppe (ε) kann man eine neue Basis durch eine lineare Substitution

$$(1.)\qquad \varepsilon_\beta = \sum_\alpha c_{\alpha\beta}\,\bar{\varepsilon}_\alpha$$

einführen, worin die Determinante der Matrix $C=(c_{\alpha\beta})$ von Null verschieden ist. Ist dann

$$(2.)\qquad \sum \varepsilon_\alpha x_\alpha = \sum \bar{\varepsilon}_\alpha \bar{x}_\alpha\,,$$

so ist

$$(3.)\qquad \bar{x}_\alpha = \sum_\beta c_{\alpha\beta}\,x_\beta\,.$$

Die Größen $\frac{\partial\Phi}{\partial x_\alpha}, \xi_\alpha, \chi_\alpha, \sigma_\alpha$ sind den Grundzahlen ε_α *kogredient*, die Größen y_α, z_α sind den Koordinaten x_α kogredient, den Grundzahlen ε_α *kontragredient*. Ferner ist

$$(4.)\qquad \begin{aligned} S(x) &= C^{-1}\bar{S}(\bar{x})C, \qquad & T(x) &= C^{-1}\bar{T}(\bar{x})C,\\ R(\xi) &= C'\bar{R}(\bar{\xi})C, \qquad & R'(\xi) &= C'\bar{R}'(\bar{\xi})C. \end{aligned}$$

Demnach sind die Exponenten und die Grade der Elementarteiler, worin die Determinanten der Matrizen $R(\xi)$, $S(x)$, $T(x)$ zerfallen, *Invarianten* der Gruppe. Dasselbe gilt aber für die Determinanten der von je $2n$ Variabeln abhängenden Matrizen

$$(5.)\qquad S(x)+T(y)\;,\qquad R(\xi)+R'(\eta),$$

insbesondere auch für die Elementarteiler der Determinante der Matrix der bilinearen Form $uF(\xi, y, z)+vF(\xi, z, y)$ von y und z

$$(6.)\qquad uR(\xi)+vR'(\xi)\,.$$

Zur Erläuterung dieser Bemerkung betrachte ich einige Beispiele aus der Arbeit des Hrn. Study, *Über Systeme von complexen Zahlen*, Göttinger Nachrichten 1889. Ist (St. IX)

$$(7.)\qquad R(\xi) = \begin{pmatrix} \xi_1 & \xi_2 & \xi_3 & \xi_4 \\ \xi_2 & \xi_4 & \xi_4 & 0 \\ \xi_3 & -\xi_4 & c\xi_4 & 0 \\ \xi_4 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix},$$

so sind jene Elementarteiler

$$(8.)\qquad \xi_4^3\,\xi_4\,(u+v)\,(u+v)\big((u-v)^2+c\,(u+v)^2\big),$$

worin der letzte Faktor für $c=0$ ein quadratischer Elementarteiler ist, sonst in zwei verschiedene lineare Elementarteiler zerfällt. Diese Formel zeigt, daß c eine (nicht numerische) Invariante der Gruppe ist.

Ist ferner (ST. XIV)

$$(9.)\qquad R(\xi) = \begin{pmatrix} \xi_1 & \xi_2 & \xi_3 & \xi_4 \\ \xi_2 & 0 & \xi_4 & 0 \\ \xi_3 & -\xi_4 & 0 & 0 \\ \xi_4 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix},$$

so sind die Elementarteiler von $|uR(\xi)+vR'(\xi)|$

$$(10.)\qquad \xi_4^2\,\xi_4^2\,(u+v)\,(u+v)\,(u-v)\,(u-v),$$

also wesentlich von den obigen (für $c=0$) verschieden. Doch will ich hier auf die Klassifikation der Gruppen nicht näher eingehen.

Es ist möglich, daß die Größen (2.) auch dann noch eine Gruppe (ϑ) bilden, wenn die Koordinaten gewissen linearen Relationen unterworfen werden. Dann wird (ϑ) eine Untergruppe von (ε) genannt. Ihre Grundzahlen $\vartheta_1, \vartheta_2, \cdots$ sind lineare Verbindungen der n Grundzahlen ε_α, und damit (ϑ) eine Gruppe sei, muß jedes der Produkte $\vartheta_\alpha\vartheta_\beta$ eine lineare Verbindung der Größen $\vartheta_1, \vartheta_2, \cdots$ sein.

Ist auch jedes der Produkte $\varepsilon_\alpha\vartheta_\beta$ eine lineare Verbindung der Größen $\vartheta_1, \vartheta_2, \cdots,$ so heißt (ϑ) eine invariante Untergruppe[1] von (ε). Dann definieren die Formeln (2.) § 1 auch dann noch eine Gruppe (η), wenn man die n Grundzahlen ε_α den linearen Relationen $\vartheta_1=0$, $\vartheta_2=0, \cdots$ unterwirft, oder wenn man je zwei Größen von (ε) als gleich mod. (ϑ) betrachtet, deren Differenz der Gruppe (ϑ) angehört. Sie wird die der invarianten Untergruppe (ϑ) *komplementäre*, mit (ε) *homomorphe* Gruppe genannt (*Begleitendes Zahlensystem* bei MOLIEN).

[1] Ist $\mathfrak{H}$ eine endliche Gruppe der Ordnung n und $\mathfrak{G}$ eine Untergruppe der Ordnung $\frac{n}{m}$, ist R ein Element von $\mathfrak{H}$ und P ein Element von $\mathfrak{G}$, so bilden die hyperkomplexen Größen $\Sigma\, R\, x_R$ eine Gruppe (ε) der Ordnung n, und die Größen $\Sigma\, P\, x_P$ eine Untergruppe (ϑ). Sie ist nicht etwa eine invariante Untergruppe von (ε), wenn $\mathfrak{G}$ eine solche von $\mathfrak{H}$ ist. Ist aber $\mathfrak{H}=\mathfrak{G}+\mathfrak{G}A+\mathfrak{G}B+\cdots$, so erhält man dann eine invariante Untergruppe der Ordnung $n-m$ von (ε), wenn man die Veränderlichkeit der n Koordinaten x_R durch die n Gleichungen $\sum\limits_P x_P=0$, $\sum\limits_P x_{AP}=0$, $\sum\limits_P x_{BP}=0, \cdots$ einschränkt. Die ihr komplementäre mit (ε) homomorphe Gruppe (η) steht zu der Gruppe $\frac{\mathfrak{H}}{\mathfrak{G}}$ in derselben Beziehung wie (ε) zu $\mathfrak{H}$.

Um dies einzusehen, transformiere man die Basis so, daß $\vartheta_1, \vartheta_2, \cdots$ die Grundzahlen $\varepsilon_{m+1}, \cdots \varepsilon_n$ werden. Dann wird die Untergruppe (ϑ) durch die m linearen Gleichungen $x_1 = 0, \cdots x_m = 0$ zwischen den Koordinaten bestimmt. Damit (ϑ) eine Untergruppe sei, ist notwendig und hinreichend, daß $a_{\alpha\beta\gamma} = 0$ ist, falls $\alpha \leq m$, $\beta > m$ und $\gamma > m$ ist; damit (ϑ) eine invariante Untergruppe sei, daß $a_{\alpha\beta\gamma} = 0$ ist, falls $\alpha < m$ und auch nur eine der beiden Zahlen β oder $\gamma > m$ ist (Mol. Satz 2). Dann definieren die Gleichungen (2.) § 1 auch dann noch eine Gruppe, wenn $\varepsilon_{m+1} = \cdots = \varepsilon_n = 0$ gesetzt wird. Denn in den Formeln (4.) § 1 hängen $x_1, \cdots x_m$ nur von $y_1, \cdots y_m$ und $z_1, \cdots z_m$ ab. In den beiden Matrizen $S(x)$ und $T(x)$ verschwinden daher alle Elemente, welche die ersten m Zeilen mit den letzten $n-m$ Spalten gemeinsam haben. Demnach ist

$$S = \begin{pmatrix} S_1 & 0 \\ S_{21} & S_2 \end{pmatrix}, \qquad T = \begin{pmatrix} T_1 & 0 \\ T_{21} & T_2 \end{pmatrix},$$

wo z. B. die Teilmatrix S_1 nur die ersten m Zeilen und Spalten von S enthält. Aus $S(y)\,S(z) = S(yz)$ folgt daher $S_1(y)\,S_1(z) = S_1(yz)$, und da $S_1(x) = x_1 E_1 + \cdots + x_m E_m$ nur von $x_1, \cdots x_m$ abhängt, so definieren die Gleichungen

$$\varepsilon_\beta \varepsilon_\gamma = \sum_{\alpha}{}_1^m a_{\alpha\beta\gamma} \varepsilon_\alpha \qquad (\beta, \gamma = 1, 2, \cdots m)$$

eine *Gruppe* (η), die aus (ε) hervorgeht, indem man $\varepsilon_{m+1} = \cdots = \varepsilon_n = 0$ setzt. Weil $|S| = |S_1|\,|S_2|$ und $|T| = |T_1|\,|T_2|$ ist, so genügt (η) auch den Bedingungen (1.) § 3. Ferner ist die Determinante der Gruppe (ε) durch die Determinante jeder mit (ε) homomorphen Gruppe (η) teilbar, und dasselbe gilt von den mit (ε) und (η) antistrophen Gruppen.

Ist außerdem auch $a_{\alpha\beta\gamma} = 0$, wenn $\alpha > m$ und eine der beiden Zahlen β oder $\gamma \leq m$ ist, so *zerfällt* (ε) in zwei Gruppen, deren jede sowohl eine invariante Untergruppe von (ε) wie eine mit (ε) homomorphe Gruppe ist.

§ 10.

Sind $m, m', m'', \cdots$ die Rangzahlen der k Matrizen $R_\chi, R_{\chi'}, R_{\chi''}, \cdots$, so hängt Φ nur von den m unabhängigen unter den n linearen Funktionen $\sum\limits_\beta r_{\alpha\beta}(\chi)\, x_\beta$ ab, Φ' nur von den m' unabhängigen unter den Funktionen $\sum\limits_\beta r_{\alpha\beta}(\chi')\, x_\beta$ usw., und diese $m + m' + m'' + \cdots$ Variabeln sind alle unter einander unabhängig. Man kann daher die Grundzahlen so wählen, daß Φ nur von $x_1, \cdots x_m$ abhängt, Φ' nur von $x_{m+1}, \cdots x_{m+m'}$, usw. Dann hängt auch $\chi(x^2) = \sum r_{\alpha\beta}(\chi)\, x_\alpha x_\beta$ nur von $x_1, \cdots x_m$ ab. Daher ist

$r_{\alpha\beta}(\chi) = 0$, wenn α oder $\beta > m$ ist, und da R_χ den Rang m hat, so ist die Determinante m^{ten} Grades

$$|r_{\varkappa\lambda}(\chi)| \qquad (\varkappa, \lambda = 1, 2 \cdots m)$$

von Null verschieden. Nach § 6 hängt ferner auch die trilineare Funktion

$$\chi(xyz) = \Sigma\, r_{\varkappa\alpha}(\chi)\, a_{\alpha\beta\gamma}\, x_\varkappa\, y_\beta\, z_\gamma = \Sigma\, r_{\varkappa\lambda}(\chi)\, a_{\lambda\beta\gamma}\, x_\varkappa\, y_\beta\, z_\gamma$$

nur von $x_1, \cdots x_m, y_1, \cdots y_m, z_1, \cdots z_m$ ab. Ist daher β oder $\gamma > m$, so ist $\sum_\lambda {}_1^m\, r_{\varkappa\lambda}(\chi)\, a_{\lambda\beta\gamma} = 0$ und mithin $a_{\lambda\beta\gamma} = 0$. Demnach entsprechen den k verschiedenen Primfaktoren von Θ k mit (ε) homomorphe Gruppen.

Oder noch einfacher: Alle Größen x, deren Koordinaten den linearen Gleichungen $\sum_\beta r_{\alpha\beta}(\chi)\, x_\beta = 0$ genügen, bilden eine invariante Untergruppe (ϑ) von (ε). Denn diese Gleichungen drücken aus, daß $\chi(tx) = 0$ ist für jede Größe t. Ist y eine beliebige Größe von (ε), und ersetzt man t durch yt oder ty, so erhält man $\chi(t(xy)) = 0$ oder $\chi(t(yx)) = 0$. Gehört also x dem Komplexe (ϑ) an, so gehören ihm auch xy und yx an. Folglich ist (ϑ) eine invariante Untergruppe von (ε).

Eine Gruppe (ε) der Ordnung r heißt *einfach* (Molien: *Ursprüngliches Zahlensystem*), wenn sie keine invariante Untergruppe hat (außer (ε)), also wenn sie keine homomorphe Gruppe hat, deren Ordnung $< n$ ist.

Nach der obigen Entwicklung darf die Determinante Θ einer einfachen Gruppe keinen Primfaktor Φ enthalten, dessen linearer Rang $m < n$ ist. Nach Satz II, § 6 darf daher Θ nicht zwei verschiedene Primfaktoren enthalten, muß also $\Theta = \Phi^s$ eine Potenz einer Primfunktion und mithin $\sigma = s\chi$ sein. Ferner muß der Rang m von Φ, also der Rang der Matrix $R_\sigma = sR_\chi$ gleich $m = n = rs$, also muß (ε) eine Dedekindsche Gruppe sein.

Ist umgekehrt $|R_\sigma|$ von Null verschieden, und $\Theta = \Phi^s$ eine Potenz einer Primfunktion, so ist (ε) eine einfache Gruppe, so ist sie nicht einer Gruppe (η) homomorph, deren Ordnung $n' < n$ ist (Mol. Satz 23). Denn die Determinante von (η) ist ein Divisor von Θ, also gleich $\Theta' = \Phi^{s'}$, und hat daher denselben Rang wie Φ, nämlich n. Der Rang n von Θ' kann aber nicht größer als die Ordnung n' von (η) sein.

Da $S(x)$ und $T(y)$ vertauschbare Matrizen sind, so zerfällt die Determinante (*Gr.* § 10, (1.))

$$|uS(x) + vT(y) + wE|$$

in ein Produkt linearer Funktionen von u, v, w. Ist $uu_1 + vv_1 + w$ einer davon, so erkennt man, indem man $v = 0$ $(u = 0)$ setzt, daß u_1 (v_1) eine charakteristische Wurzel von $\Phi(x)$ $(\Phi(y))$ ist. Betrachtet

man y als konstant, x aber als variabel, so ist $\Phi(ux+we)$ als Funktion von w irreduzibel, also auch $\Phi(ux+(vv_1+w)e)$. Mit dieser Funktion hat die Determinante den Faktor uu_1+vv_1+w gemeinsam, also alle r Faktoren $uu_\alpha+vv_1+w$. Betrachtet man dann x als konstant und y als variabel, so erkennt man, daß die Determinante jeden der r^2 Faktoren

$$uu_\alpha+vv_\beta+w \qquad (\alpha,\beta=1,2,\cdots r)$$

und jeden gleich oft enthält. Mithin ist

$$|uS(x)+vT(y)+wE| = \big(\Pi(uu_\alpha+vv_\beta+w)\big)^c$$

und demnach $s=rc$. Speziell ist (*Gr.* § 10, (8.))

$$(1.) \qquad |S(x)-T(x)+wE| = w^s \prod_{\beta>\alpha} \big(w^2-(u_\beta-u_\alpha)^2\big)^c.$$

Die Elementarteiler der charakteristischen Determinanten der beiden vertauschbaren Matrizen $S(x)$ und $T(x)$ sind alle linear. Nach Satz I, § 8 sind es also auch die Elementarteiler der Determinante (1.), und insbesondere die s für $w=0$ verschwindenden. Folglich hat die Matrix $S(x)-T(x)$ den Rang $n-s$.

Nach Satz III, § 8 hat sie aber den Rang $n-r$. Daher ist (Mol. Satz 29)

$$(2.) \qquad r=s \quad , \quad m=n=r^2,$$

mithin $c=1$ und

$$(3.) \qquad |uS(x)+vT(y)+wE| = \prod_{\alpha,\beta}^{r}{}_{1} (uu_\alpha+vv_\beta+w).$$

Die Determinante einer einfachen Gruppe ist eine Potenz einer Primfunktion, deren Exponent gleich dem Grade der Primfunktion ist. Der lineare Rang dieser Funktion, welcher mit der Ordnung der Gruppe übereinstimmt, ist gleich dem Quadrate ihres Grades.

§ 11.

Sind für eine bestimmte Größe h der einfachen Gruppe (ε) der Ordnung $n=r^2$ die r Wurzeln der Gleichung $\Phi(ue-h)=0$ alle verschieden, und ist a eine bestimmte dieser r Wurzeln, so hat die Determinante $|S(ue-h)|$ lauter lineare Elementarteiler, und folglich die Matrix $S(ae-h)$ den Rang $n-r$. Daher haben (Mol. § 8) die linearen Gleichungen $(ae-h)t=0$ zwischen den Koordinaten $t_1,\cdots t_n$ der unbekannten Größe t genau r unabhängige Lösungen, $t=t^{(1)}, t^{(2)},\cdots t^{(r)}$.

Ist x eine variable Größe, so ist auch $t^{(\varkappa)}x$ eine Lösung, und mithin ist

$$t^{(\varkappa)}x = \sum_\lambda x_{\varkappa\lambda}\, t^{(\lambda)}.$$

Da die r Lösungen $t^{(\lambda)}$ unabhängig sind, so sind die Größen $x_{\varkappa\lambda} = f_{\varkappa\lambda}(x)$ lineare Funktionen der Koordinaten $x_1, \cdots x_n$. Sind y und z zwei andere Größen, und setzt man $y_{\varkappa\lambda} = f_{\varkappa\lambda}(y)$, $z_{\varkappa\lambda} = f_{\varkappa\lambda}(z)$, so ist auch

$$t^{(\varkappa)} y = \sum_\lambda y_{\varkappa\lambda} t^{(\lambda)} \quad , \qquad t^{(\varkappa)} z = \sum_\lambda z_{\varkappa\lambda} t^{(\lambda)}$$

und mithin

$$t^{(\varkappa)} yz = \sum_\mu y_{\varkappa\mu} t^{(\mu)} z = \sum_{\lambda,\mu} y_{\varkappa\mu} z_{\mu\lambda} t^{(\lambda)} .$$

Ist also $x = yz$, so ist

$$(1.) \qquad x_{\varkappa\lambda} = \sum_\mu y_{\varkappa\mu} z_{\mu\lambda} .$$

Unter den $n = r^2$ linearen Funktionen $x_{\varkappa\lambda} = f_{\varkappa\lambda}(x)$ seien m unabhängig. Ist dann $x = yz$, so hängen diese m Verbindungen von $x_1, \cdots x_n$ nach (1.) von den nämlichen m Verbindungen von $y_1, \cdots y_n$ und denen von $z_1, \cdots z_n$ ab. Folglich hat (ε) eine homomorphe Gruppe der Ordnung m. Da aber (ε) einfach ist, so ist $m = n = r^2$, und mithin kann man r^2 neue Grundzahlen $\varepsilon_{\varkappa\lambda}$ einführen, so daß

$$\sum \varepsilon_\alpha x_\alpha = \sum \varepsilon_{\varkappa\lambda} x_{\varkappa\lambda}$$

wird. Für diese gehen die Formeln (4.) § 1 in (1.) und die Relationen (2.) § 1 in

$$(2.) \qquad \varepsilon_{\alpha\beta} \varepsilon_{\beta\gamma} = \varepsilon_{\alpha\gamma} \quad , \qquad \varepsilon_{\alpha\delta} \varepsilon_{\beta\gamma} = 0 \qquad (\beta \gtrless \delta)$$

über.

Den k verschiedenen Primfaktoren von Θ entsprechen, wie am Anfang des § 10 gezeigt ist, k mit (ε) homomorphe Gruppen. Die erste hat die Ordnung m, ihre Determinante ist ein Teiler von Θ und hängt nur von $x_1, \cdots x_m$ ab. Da $\Phi', \Phi'', \cdots$ von $x_1, \cdots x_m$ unabhängig sind, so ist ihre Determinante eine Potenz von Φ, hat also, ebenso wie Φ, den linearen Rang m. Weil ihre Ordnung ebenfalls gleich m ist, so ist sie nach § 10 eine einfache Gruppe. Folglich ist ihre Determinante gleich Φ^r, und der Rang von Φ ist $m = r^2$.

I. *Der lineare Rang jedes Primfaktors der Gruppendeterminante ist gleich dem Quadrate seines Grades.*

Ich bezeichne jetzt die k verschiedenen Funktionen Φ mit $\Phi_1, \Phi_2, \cdots \Phi_k$. In der Gruppendeterminante S verschwinden alle Elemente $s_{\alpha\beta}$, welche die ersten m_1 Zeilen mit den letzten $n - m_1$ Spalten gemeinsam haben, ebenso alle Elemente, welche die folgenden m_2 Zeilen mit den ersten m_1 und den letzten $n - m_1 - m_2$ Spalten gemeinsam haben, ferner die, welche die folgenden m_3 Zeilen mit den ersten $m_1 + m_2$ und den letzten $n - m_1 - m_2 - m_3$ Spalten gemeinsam haben usw., während über die letzten $n - m_1 - \cdots - m_k$ Zeilen nichts bekannt ist. Dasselbe gilt von der antistrophen Matrix T, also auch von $uS(x) + vT(y) + wE$. Bilden die

ersten m_1 Zeilen und Spalten von S (T) die Matrix S_1 (T_1), die folgenden m_2 Zeilen und Spalten die Matrix S_2 (T_2), $\cdots$, so sei

$$U = \begin{pmatrix} S_1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & S_2 & \cdots & 0 \\ . & . & \cdots & . \\ 0 & 0 & \cdots & S_k \end{pmatrix}, \qquad V = \begin{pmatrix} T_1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & T_2 & \cdots & 0 \\ . & . & \cdots & . \\ 0 & 0 & \cdots & T_k \end{pmatrix}.$$

Dann ist

$$S = \begin{pmatrix} U & 0 \\ U_0 & S_0 \end{pmatrix}, \qquad T = \begin{pmatrix} V & 0 \\ V_0 & T_0 \end{pmatrix}.$$

Daraus ergibt sich der Satz von Molien:

II. *Jede Gruppe ist einer Dedekindschen Gruppe homomorph, deren Determinante jeden Primfaktor ihrer Determinante Θ enthält, und deren Ordnung gleich dem linearen Range von Θ ist.*

Dieser Rang m ist gleich dem Range der quadratischen Form $\sigma(x^2) = \Sigma\, p_{\alpha\beta}\, x_\alpha\, x_\beta$, und um jene Gruppe zu erhalten, braucht man nur die m unabhängigen unter den n Funktionen $\sum_\beta p_{\alpha\beta} x_\beta$ als neue Variable einzuführen: also in der Formel (4.) § 9 die Substitution C so zu wählen, daß sie die Form $\sigma(x^2)$ in eine Funktion von m Variabeln, etwa in eine Summe von m Quadraten transformiert. Es ist mir aber nicht gelungen, diesen Satz direkt, d. h. ohne Benutzung der Primfunktionen $\Phi_\varkappa$, zu beweisen.

Ferner ist

$$|S| = |S_1| \cdots |S_k|\,|S_0|\,, \qquad |T| = |T_1| \cdots |T_k|\,|T_0|$$

und

$$|uS(x) + vT(y) + wE| = |uS_1 + vT_1 + wE_1| \cdots |uS_k + vT_k + wE_k|\,|uS_0 + vT_0 + wE_0|\,.$$

Da $S_\varkappa$ die Matrix einer einfachen Gruppe ist, so ist nach (3.) § 10

$$\Psi_\varkappa = |uS_\varkappa(x) + vT_\varkappa(y) + wE_\varkappa| = \Pi\,(uu_\alpha + vv_\beta + w)\,,$$

wo $u_1, \cdots u_r$ die charakteristischen Wurzeln von $\Phi_\varkappa(x)$ sind, $v_1, \cdots v_r$ die von $\Phi_\varkappa(y)$. Diese Resultate bleiben unverändert, wenn die Grundzahlen von (ε) nicht in der oben beschriebenen Weise, sondern beliebig gewählt werden.

Auch $\Psi_0 = |uS_0(x) + vT_0(y) + wE_0|$ zerfällt in lineare Faktoren $uu_0 + vv_0 + w$. Hier ist u_0 eine charakteristische Wurzel eines Primfaktors $\Phi_\varkappa(x)$ und v_0 eine solche eines Primfaktors $\Phi_\lambda(y)$. Aus der Irreduzibilität von $\Phi_\varkappa(ue - x)$ und $\Phi_\lambda(ve - y)$ folgt dann, daß Ψ_0 auch alle $r_\varkappa r_\lambda$ Faktoren des Produktes $\Pi(uu_\alpha + vv_\beta + w)$ enthält, worin u_α die $r_\varkappa$ charakteristischen Wurzeln von $\Phi_\varkappa(x)$ und v_β die r_λ von $\Phi_\lambda(y)$ durchläuft. Ist $\varkappa = \lambda$, so tritt also der Faktor $\Psi_\varkappa$ wiederholt auf. Wie das Beispiel des § 3 zeigt, kann aber auch $\varkappa$ von λ verschieden sein.

Wählt man für x eine invariante Größe, so sind die $r_\varkappa$ Größen u_α nach (12.) § 4 alle gleich $\frac{1}{r_\varkappa}\chi^{(\varkappa)}(x)$. Die Formeln (2.) und (3.) § 8 zeigen aber, daß dann der Wurzel v_β die Wurzel $\frac{1}{r_\lambda}\chi^{(\lambda)}(x)$ und nur diese zugeordnet ist. Demnach kann $\varkappa$ nur dann von λ verschieden sein, wenn für eine invariante Größe x

$$(1.)\qquad \frac{1}{r_\varkappa}\chi^{(\varkappa)}(x) = \frac{1}{r_\lambda}\chi^{(\lambda)}(x) \qquad (S_x = T_x)$$

ist.

Nun sei $w = 0$, $u = v = 1$ und

$$(2.)\qquad \Psi_{\varkappa\lambda}(x, y) = \Pi(u_\alpha + v_\beta),$$

wo u_α die $r_\varkappa$ charakteristischen Wurzeln von $\Phi_\varkappa(x)$ durchläuft, und v_β die r_λ von $\Phi_\lambda(y)$. Dann ist $\Psi_{\varkappa\lambda}$ eine irreduzibele Funktion von $x_1, \cdots x_n, y_1, \cdots y_n$, in bezug auf jene vom Grade $r_\varkappa$, in bezug auf diese vom Grade r_λ, und es ist

$$(3.)\qquad \Psi(x, y) = |S(x) + T(y)| = \Pi\left(\Psi_{\varkappa\lambda}(x, y)\right)^{c_{\varkappa\lambda}},$$

wo die ganze Zahl $c_{\lambda\lambda} > 0$, aber $c_{\varkappa\lambda} \geqq 0$ ist, und nur unter der Bedingung (1.) $c_{\varkappa\lambda} > 0$ sein kann. Da

$$\Psi_{\varkappa\lambda}(x, 0) = \Phi_\varkappa(x)^{r_\lambda}, \qquad \Psi_{\varkappa\lambda}(0, y) = \Phi_\lambda(y)^{r_\varkappa}$$

ist, so ergeben sich für die in den Zerlegungen

$$(4.)\qquad |S(x)| = \Pi\,\Phi_\lambda(x)^{s_\lambda}, \qquad |T(x)| = \Pi\,\Phi_\lambda(x)^{t_\lambda}$$

auftretenden Exponenten die Ausdrücke

$$(5.)\qquad \begin{aligned} s_\lambda &= c_{\lambda 1} r_1 + c_{\lambda 2} r_2 + \cdots + c_{\lambda k} r_k, \\ t_\lambda &= c_{1\lambda} r_1 + c_{2\lambda} r_2 + \cdots + c_{k\lambda} r_k, \end{aligned}$$

so daß stets

$$(6.)\qquad s_\lambda \geqq r_\lambda, \qquad t_\lambda \geqq r_\lambda$$

ist. Die beiden Funktionen $|S(x)|$ und $|T(x)|$ haben denselben linearen Rang

$$(7.)\qquad m = r_1^2 + r_2^2 + \cdots + r_k^2,$$

dieser ist gleich dem Range der Matrix R_σ und dem von R_τ und gleich der Summe der Rangzahlen der k Matrizen $R(\chi^{(\varkappa)})$ oder der k Primfunktionen $\Phi_\varkappa(x)$. Dagegen ist die Ordnung der Gruppe (ε)

$$(8.)\qquad n = r_1 s_1 + \cdots + r_k s_k = r_1 t_1 + \cdots + r_k t_k = \Sigma\, c_{\varkappa\lambda} r_\varkappa r_\lambda,$$

wo $r_\varkappa r_\lambda$, falls $\varkappa$ von λ verschieden ist, den Koeffizienten $c_{\varkappa\lambda} + c_{\lambda\varkappa}$ hat.

§ 13.

Ich nehme jetzt die in den §§ 7 und 8 begonnene Theorie der Dedekindschen Gruppen wieder auf. Für eine solche ist $m = n$, also nach (6.), (7.) und (8.) § 12 $s_\varkappa = t_\varkappa = r_\varkappa$.

I. *Der Exponent der in der Determinante einer Dedekindschen Gruppe aufgehenden Potenz einer Primfunktion ist dem Grade dieser Funktion gleich.*

Die Gruppe (ε) zerfällt in k einfache Gruppen der Ordnungen $r^2, r'^2, \cdots$, in jeder derselben zerfällt $S(x)$ in r identische Matrizen r^{ten} Grades, und die r^2 Elemente $x_{\varkappa\lambda}$ einer solchen Matrix sind unter einander und von den Variabeln der anderen einfachen Gruppen unabhängig. In meiner Arbeit *Über die Darstellung der endlichen Gruppen durch lineare Substitutionen* II., Sitzungsberichte 1899, § 5, habe ich daraus den Satz abgeleitet:

II. *Sind a und b zwei bestimmte Größen einer Dedekindschen Gruppe, und stimmen die elementaren Invarianten der beiden Matrizen $S(ue-a)$ und $S(ue-b)$ überein, so gibt es in der Gruppe eine Größe c, wofür $|S(c)|$ von Null verschieden ist, und die der Bedingung $c^{-1}ac = b$ genügt.*

Die Determinante einer Dedekindschen Gruppe ist

$$(1.)\qquad \Theta(x) = |S(x)| = |T(x)| = \Pi\Phi^r,$$

ihre Spur ist

$$(2.)\qquad \sigma = \tau = r\chi + r'\chi' + r''\chi'' + \cdots = \Sigma\, r\chi,$$

demnach ist auch

$$(3.)\qquad P = R_\tau = rR_\chi + r'R_{\chi'} + r''R_{\chi''} + \cdots = \Sigma\, rR_\chi .$$

Die Matrix R_χ hat den Rang r^2, die Matrix $r'R_{\chi'} + r''R_{\chi''} + \cdots = P - rR_\chi$ nach Satz II, § 6 den Rang $r'^2 + r''^2 + \cdots = n - r^2$. Die Determinante $|uP - rR_\chi|$ verschwindet daher für $u = 0$ mindestens von der Ordnung $n - r^2$, für $u = 1$ mindestens von der Ordnung r^2, und da sie nicht für mehr als r Werte verschwindet, so ist nicht nur

$$(4.)\qquad |uP - rR_\chi| = |P|\, u^{n-r^2}(u-1)^{r^2},$$

sondern es sind auch die Elementarteiler dieser Determinante alle linear (weil sie sonst für $u = 0$ oder 1 von höherer Ordnung verschwinden würde). Folglich genügt die Matrix $H = rP^{-1}R_\chi$ der Gleichung $H^2 = H$, also ist

$$(5.)\qquad R_\chi P^{-1} R_\chi = \frac{1}{r} R_\chi .$$

Fügt man daher in (3.) links den Faktor $R_\chi P^{-1}$ hinzu, so erhält man

$$0 = r'(R_\chi P^{-1}) R_{\chi'} + r''(R_\chi P^{-1}) R_{\chi''} + \cdots ,$$

und mithin ist nach (4.) § 6

$$(6.)\qquad R_\chi P^{-1} R_{\chi'} = 0 .$$

Bestehen zwischen $\xi_1, \cdots \xi_n$ und $x_1, \cdots x_n$ die Gleichungen

$$(7.)\qquad \xi_\alpha = \sum_\beta p_{\alpha\beta}\, x_\beta ,$$

so nenne ich den Parameter ξ und die Größe r *konjugiert*. Dann ist

$$(8.)\qquad R_\xi = S'_x P = P T_x \quad , \qquad R'_\xi = P S_x = T'_x P.$$

Ist also $R_\xi = R'_\xi$, so ist $S_x = T_x$, einem symmetrischen Parameter ist eine invariante Größe konjugiert und umgekehrt.

Die dem *charakteristischen Parameter* $\xi = \chi$ konjugierte invariante Größe $x = h$ nenne ich eine für die Primfunktion Φ *charakteristische Größe*. Dann ist

$$(9.)\qquad \chi_\alpha = \sum_\beta p_{\alpha\beta}\, h_\beta$$

und

$$(10.)\qquad R_\chi = P S_h = P T_h .$$

Aus (5.) und (10.) folgt $\frac{1}{r} S(h) = S(h)^2 = S(h^2)$ und $0 = S(h)\, S(h') = S(hh')$, also $(Gr.$ § 5 $(9.))$

$$(11.)\qquad h^2 = \frac{1}{r}\, h \quad , \qquad hh' = 0$$

und aus (3.)

$$(12.)\qquad e = rh + r'h' + r''h'' + \cdots = \sum rh ,$$

so daß der Parameter σ und die Haupteinheit e konjugiert sind. Ferner ist

$$r R_\chi S_h = R_\chi \quad , \qquad r \sum_\lambda r_{\alpha\lambda}(\chi)\, s_{\lambda\beta}(h) = r_{\alpha\beta}(\chi).$$

Multipliziert man mit $e_\alpha e_\beta$ und summiert nach α und β, so erhält man (vergl. Ded. (13.))

$$(13.)\qquad \sum_\alpha \chi_\alpha h_\alpha = 1 \quad , \qquad \sum \chi'_\alpha h_\alpha = 0 ,$$

oder wenn man

$$h(\xi) = h_1 \xi_1 + \cdots + h_n \xi_n$$

setzt,

$$(14.)\qquad \chi(h) = h(\chi) = 1 \quad , \qquad \chi(h') = h(\chi') = 0$$

oder endlich, wenn $P^{-1} = Q = (q_{\alpha\beta})$ ist,

$$(15.)\qquad \sum p_{\alpha\beta}\, h_\alpha h_\beta = \sum q_{\alpha\beta}\, \chi_\alpha \chi_\beta = 1 \quad , \qquad \sum p_{\alpha\beta}\, h_\alpha h'_\beta = \sum q_{\alpha\beta}\, \chi_\alpha \chi'_\beta = 0.$$

§ 14.

Seien $u_1, \cdots u_r$ die charakteristischen Wurzeln von $\Phi(x)$, $v_1, \cdots v_r$ die von $\Phi(y)$. Ist dann $g(u, v)$ eine ganze Funktion von u und v, so sind nach § 12 die n charakteristischen Wurzeln der Matrix $g(S_x, T_y)$

die r^2 Größen $g(u_\alpha, v_\beta)$ und die $r'^2, r''^2, \cdots$ Größen, die aus Φ', Φ'' in der nämlichen Weise erhalten werden.

Ist x eine invariante Größe, so ist nach dem Satze des § 4 $u_1 = \cdots = u_r = \frac{1}{r}\chi(x) = c$. Nach (13.) § 13 ist daher die charakteristische Determinante von $S_h = T_h$ gleich $\left(u - \frac{1}{r}\right)^{r^2} u^{n-r^2}$, und die charakteristischen Wurzeln von $(S(x) - cE)\, T(h) = S((x-ce)h)$ sind alle Null. Mithin verschwindet eine Potenz dieser Matrix. Da sie aber mit jeder Gruppenmatrix $S(y)$ vertauschbar ist, so sind nach Satz III, § 8 die Elementarteiler ihrer charakteristischen Determinante alle linear. Daher verschwindet die erste Potenz, und mithin ist

$$(1.) \qquad xh = ch = h\frac{1}{r}\chi(x).$$

Multipliziert man also (12.) § 13 mit x, so erhält man

$$(2.) \qquad x = rch + r'c'h' + r''c''h'' + \cdots = h\chi(x) + h'\chi'(x) + h''\chi''(x) + \cdots,$$

wo die Koeffizienten $rc = \chi(x)$, $r'c' = \chi'(x), \cdots$ gewöhnliche Größen sind.

Die k Größen $h, h', h'', \cdots$, die nach (5.) § 6 oder nach (11.) § 13 voneinander linear unabhängig sind, bilden also ein vollständiges System von Lösungen der linearen Gleichungen $S(x) = T(x)$. Unter den n^2 Gleichungen $s_{\alpha\beta}(x) = t_{\alpha\beta}(x)$ sind demnach $n-k$ unabhängige. Wenn nun die Größe x außerdem den Gleichungen $\chi(x) = \chi'(x) = \cdots = 0$ genügt, so ist nach (2.) $x = 0$.

Dies kann man auch so einsehen: Ist $xy = yx$, so ist nach (11.) § 4 $r\chi(xy) = \chi(x)\chi(y)$. Ist also $\chi(x) = 0$, so ist auch $\chi(xy) = 0$ oder $\sum_\beta r_{\alpha\beta}(\chi)x_\beta = 0$. Gilt dies auch für $\chi', \chi'', \cdots$, so ergeben sich $r^2 + r'^2 + \cdots = n$ unabhängige lineare Gleichungen, und mithin ist $x_\beta = 0$.

I. *Unter den n^2 linearen Funktionen $s_{\alpha\beta}(x) - t_{\alpha\beta}(x)$ der n Variabeln $x_1, \cdots x_n$ sind $n-k$ unabhängige. Sie bilden zusammen mit den k Funktionen $\chi(x), \chi'(x), \cdots$ n unabhängige Funktionen. Die k charakteristischen Größen $h, h', \cdots$ bilden ein vollständiges System unabhängiger Lösungen der Gleichungen $s_{\alpha\beta}(x) = t_{\alpha\beta}(x)$.*

II. *Unter den linearen Funktionen $r_{\alpha\beta}(\xi) - r_{\beta\alpha}(\xi)$ der n Variabeln $\xi_1, \cdots \xi_n$ sind $n-k$ unabhängige. Sie bilden zusammen mit den k Funktionen $h(\xi), h'(\xi), \cdots$ n unabhängige Funktionen. Die k charakteristischen Parameter $\chi, \chi', \cdots$ bilden ein vollständiges System unabhängiger Lösungen der Gleichungen $r_{\alpha\beta}(\xi) = r_{\beta\alpha}(\xi)$.*

Ein spezieller Fall dieser Sätze ist das elegante Kriterium, das Hr. Molien in Satz 9 und 10, § 3 für die Einfachheit einer Gruppe

angibt. Jede einfache Gruppe ist nach § 10 eine Dedekindsche, und damit eine solche einfach sei, ist notwendig und hinreichend, daß $k = 1$ ist.

III. *Damit eine Gruppe einfach sei, ist notwendig und hinreichend, daß die Determinante* n^{ten} *Grades* $|\sum_\varkappa \sigma_\varkappa a_{\varkappa\alpha\beta}|$ *von Null verschieden ist, und daß* $\xi_\varkappa = \sigma_\varkappa$ *die einzige Lösung der linearen Gleichungen*

$$\sum_\varkappa (a_{\varkappa\alpha\beta} - a_{\varkappa\beta\alpha})\xi_\varkappa = 0$$

ist.

Oder auch:

IV. *Damit eine Gruppe einfach sei, ist notwendig und hinreichend, daß die Determinante* n^{ten} *Grades* $|\sum_\varkappa \sigma_\varkappa a_{\varkappa\alpha\beta}|$ *von Null verschieden ist, und daß* $x_\lambda = e_\lambda$ *die einzige Lösung der linearen Gleichungen*

$$\sum_\lambda (a_{\alpha\lambda\beta} - a_{\alpha\beta\lambda})x_\lambda = 0$$

ist.

Daß hier jeder Satz in zwei verschiedenen Gestalten erscheint, hat seinen Grund darin, daß für die Gruppe selbst zwei *konjugierte* Formen neben einander gestellt werden können. Sind den Parametern ξ, η, ζ die Größen x, y, z konjugiert, so sei

$$F(\xi, y, z) = G(x, \eta, \zeta) = \sum b_{\alpha\beta\gamma} x_\alpha \eta_\beta \zeta_\gamma .$$

Dann ist

$$(3.) \qquad a_{\alpha\beta\gamma} = \sum_\lambda b_{\beta\lambda\alpha} p_{\lambda\gamma} = \sum_\lambda b_{\gamma\alpha\lambda} p_{\lambda\beta} .$$

Durch diese Transformation geht also die Gruppe (ε) in eine äquivalente Gruppe $(\bar\varepsilon)$ über, die *konjugierte* Gruppe. Bedient man sich für diese der Bezeichnungen (4.) § 9, so ergibt sich, falls in jenen Formeln $C = P$ gesetzt wird,

$$(4.) \qquad R_x = \overline{T}_x P\,, \quad R'_x = \overline{S}_x P\,, \quad S_x = \overline{R}'_x P\,, \quad T_x = \overline{R}_x P.$$

Ferner ist $\bar\sigma_\alpha = e_\alpha$. Ebenso, wie $\bar a_{\alpha\beta\gamma} = b_{\alpha\beta\gamma}$ gesetzt ist, werde $\bar p_{\alpha\beta} = q_{\alpha\beta}$ gesetzt. Dann ist $q_{\alpha\beta} = \sum e_\varkappa b_{\varkappa\alpha\beta}$ und mithin

$$\sum_\lambda p_{\alpha\lambda} q_{\lambda\beta} = \sum_{\varkappa,\lambda} p_{\alpha\lambda} e_\varkappa b_{\varkappa\lambda\beta} = \sum_\varkappa e_\varkappa a_{\beta\varkappa\alpha} = e_{\alpha\beta} ,$$

also $Q = P^{-1}$. Folglich ist die konjugierte Gruppe von $(\bar\varepsilon)$ wieder die ursprüngliche Gruppe,

$$(5.) \qquad b_{\alpha\beta\gamma} = \sum_\lambda a_{\beta\lambda\alpha} q_{\lambda\gamma} = \sum a_{\gamma\alpha\lambda} q_{\lambda\beta} .$$

§ 15.

In § 6, (5.) ist gezeigt, daß die k Funktionen $\chi(x), \chi'(x), \cdots$ linear unabhängig sind. Nach Satz I, § 14 ist dies auch dann noch der Fall, wenn x nicht unbeschränkt veränderlich ist, sondern nur

die invarianten Größen von (ε) durchläuft. Diese bilden eine Untergruppe (η) von (ε), deren Ordnung k ist (im allgemeinen keine invariante Untergruppe). Als Grundzahlen $\eta_1, \eta_2, \cdots \eta_k$ von (η) kann man die k Größen $rh, r'h', \cdots$ wählen. Dann ist

$$(1.) \qquad \eta_\varkappa^2 = \eta_\varkappa \quad , \qquad \eta_\varkappa \eta_\lambda = 0 .$$

Folglich ist (η) eine Dedekindsche kommutative Gruppe, deren Determinante, falls man die Größen $\eta_1, \cdots \eta_k$ durch $\varepsilon_1, \cdots \varepsilon_n$ ausdrückt, gleich $\Pi \frac{1}{r} \chi(x)$ ist. In der Tat sind diese k linearen Faktoren, worin die Veränderlichkeit der Koordinaten durch die Bedingungen $s_{\alpha\beta}(x) = t_{\alpha\beta}(x)$ eingeschränkt ist, linear unabhängig.

I. *Ist k die Anzahl der verschiedenen Primfaktoren der Determinante einer Dedekindschen Gruppe, so bilden deren invariante Größen eine kommutative Gruppe der Ordnung k, die ebenfalls eine Dedekindsche Gruppe ist. Ihre Determinante ist $\Pi \frac{1}{r} \chi(x)$, während die Determinante der gegebenen Gruppe für eine invariante Variable x gleich $\Pi \left(\frac{1}{r} \chi(x)\right)^{r^2}$ ist.*

Sind die Grade $r = r' = \cdots = 1$, so ist $k = n$, also ist nach Satz I, § 14 identisch $s_{\alpha\beta}(x) = t_{\alpha\beta}(x)$, $a_{\alpha\beta\gamma} = a_{\alpha\gamma\beta}$.

II. *Die Determinante einer Dedekindschen Gruppe zerfällt stets, aber auch nur dann in lauter lineare Faktoren, wenn die Gruppe eine kommutative ist.*

Damit die Determinante einer beliebigen Gruppe in lauter lineare Faktoren zerfalle, ist nach Satz II, § 12 notwendig und hinreichend, daß die ihr homomorphe Dedekindsche Gruppe der Ordnung $m = \Sigma r^2$ diese Eigenschaft besitzt, demnach eine kommutative Gruppe ist. Dieselbe wird erhalten, indem man die m unabhängigen unter den n Funktionen $\sum_\beta p_{\alpha\beta} t_\beta$ als Koordinaten einer Größe t einführt. Setzt man also $t = yz$, so müssen diese bilinearen Funktionen von $y_1, \cdots y_n, z_1, \cdots z_n$ bei Vertauschung von y und z ungeändert bleiben. Ist x eine dritte Variable, so hat demnach die Funktion

$$\sum_{\alpha,\beta} p_{\alpha\beta}\, x_\alpha t_\beta = \sigma(xt) = \sigma(xyz)$$

dieselbe Eigenschaft. Diese bleibt nach § 6 stets bei einer zyklischen Vertauschung von x, y, z ungeändert, in dem betrachteten Falle also bei jeder Vertauschung. Sie ist die Spur der Matrix $S(xyz) = S(x)S(y)S(z)$, also gleich

$$(2.) \qquad \sigma(xyz) = \sum_{\varkappa,\lambda,\mu} s_{\lambda\mu}(x)\, s_{\mu\varkappa}(y)\, s_{\varkappa\lambda}(z) = \Sigma\, a_{\lambda\alpha\mu}\, a_{\mu\beta\varkappa}\, a_{\varkappa\gamma\lambda}\, x_\alpha y_\beta z_\gamma .$$

Benutzt man die antistrophe Gruppe, so tritt $\tau(xyz)$ an Stelle von $\sigma(xyz)$. Demnach ergibt sich der Satz (vergl. Cartan, *I. Thèse, Sur*

la structure des groupes de transformations finis et continus, Paris 1894. p. 48, (5.)):

III. *Damit die Determinante einer Gruppe in lauter lineare Faktoren zerfalle, ist notwendig und hinreichend, daß die trilineare Funktion $\sigma(xyz)$ (oder $\tau(xyz)$) bei Vertauschung von y und z ungeändert bleibt, mithin eine symmetrische Funktion der drei Reihen von Variabeln ist, daß also die Ausdrücke*

$$(3.)\qquad \sum_{\varkappa,\lambda,\mu} a_{\lambda\alpha\mu}\, a_{\mu\beta\varkappa}\, a_{\varkappa\gamma\lambda} \quad \text{oder} \quad \sum_{\varkappa,\lambda,\mu} a_{\lambda\mu\alpha}\, a_{\mu\varkappa\beta}\, a_{\varkappa\lambda\gamma}$$

auch bei einer Transposition von α, β, γ ungeändert bleiben.

Da $\sigma(xyz)$ auch die Spur von $S(x)S(yz)$ ist, so können statt der Summen (3.) auch die Ausdrücke

$$(4.)\qquad \sum_{\varkappa,\lambda,\mu} a_{\varkappa\lambda\mu}\, a_{\mu\alpha\varkappa}\, a_{\lambda\beta\gamma} \quad \text{oder} \quad \sum_{\varkappa,\lambda,\mu} a_{\varkappa\lambda\mu}\, a_{\lambda\varkappa\alpha}\, a_{\mu\beta\gamma}$$

genommen werden. Mittels der Formeln (1.) und (2.) § 7 erhält man endlich die Ausdrücke

$$(5.)\qquad \begin{aligned} &\sum_{\varkappa,\lambda,\mu} a_{\varkappa\lambda\varkappa}\, a_{\lambda\alpha\mu}\, a_{\mu\beta\gamma} \quad \text{oder} \quad \sum_{\varkappa,\lambda,\mu} a_{\varkappa\varkappa\lambda}\, a_{\lambda\alpha\mu}\, a_{\mu\beta\gamma}\,, \\ &\sum_{\varkappa,\lambda,\mu} a_{\varkappa\lambda\varkappa}\, a_{\lambda\mu\alpha}\, a_{\mu\beta\gamma} \quad \text{oder} \quad \sum_{\varkappa,\lambda,\mu} a_{\varkappa\varkappa\lambda}\, a_{\lambda\mu\alpha}\, a_{\mu\beta\gamma}\,. \end{aligned}$$

Mit Hülfe der obigen Sätze läßt sich die Zerlegung der Determinante einer DEDEKINDschen Gruppe in ihre Primfaktoren ausführen. Die linearen Gleichungen $s_{\alpha\beta}(x) - t_{\alpha\beta}(x) = 0$ haben k unabhängige Lösungen. Nun stelle man die quadratischen Gleichungen zwischen den Unbekannten $\chi_1, \chi_2, \cdots \chi_n$ auf, die aus

$$(6.)\qquad \chi(x)\chi(y) = \chi(e)\chi(xy)$$

erhalten werden, indem man für x der Reihe nach jene k Lösungen, für y die n Grundzahlen setzt. Sie liefern in Verbindung mit den linearen Gleichungen $r_{\alpha\beta}(\chi) = r_{\beta\alpha}(\chi)$ für die Verhältnisse $\chi_1, \chi_2, \cdots \chi_n$ k verschiedene Wertsysteme. Den konstanten Faktor wähle man jedesmal so, daß $\sum q_{\alpha\beta}\chi_\alpha\chi_\beta = 1$ und $\sum \chi_\alpha e_\alpha$ positiv wird. Dann wird es gleich einer positiven ganzen Zahl r, dem Grade der Primfunktion Φ, die durch den charakteristischen Parameter χ bestimmt ist.

Oder man bezeichne k unabhängige Lösungen der Gleichungen $s_{\alpha\beta}(x) = t_{\alpha\beta}(x)$ mit $g, g', \cdots$ oder auch mit $\eta_1, \eta_2, \cdots \eta_k$. Diese bilden die Basis einer kommutativen DEDEKINDschen Gruppe der Ordnung k. es ist also $\eta_\beta\eta_\gamma = \sum_\alpha c_{\alpha\beta\gamma}\eta_\alpha$, wo $c_{\alpha\beta\gamma} = c_{\alpha\gamma\beta}$ ist. Ihre Determinante ist ein Produkt von k unabhängigen linearen Funktionen, und gehe, wenn die Basis $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \cdots \varepsilon_n$ wieder eingeführt wird, in $\Pi\psi(x)$ über, wo $\psi(x) = \sum \psi_\alpha x_\alpha$ ist. Dann bestimme man, da $\psi_1, \psi_2, \cdots \psi_n$ einen

willkürlichen konstanten Faktor enthalten, die Verhältnisse der Unbekannten $\chi_1, \chi_2, \cdots \chi_n$ aus den linearen Gleichungen

$$r_{\alpha\beta}(\chi) - r_{\beta\alpha}(\chi) = 0 \quad , \qquad g(\chi) = g(\psi) \quad , \qquad g'(\chi) = g'(\psi), \cdots ,$$

und daraus die wirklichen Werte wie oben.

§ 16.

Sind $E_1, E_2, \cdots E_n$ n Matrizen m^{ten} Grades, die den Bedingungen

$$E_\beta E_\gamma = \sum_\alpha a_{\alpha\beta\gamma} E_\alpha \tag{1.}$$

genügen, so bilden sie eine *Darstellung* der Gruppe (ε). Sind diese n Matrizen nicht linear unabhängig (vergl. dagegen Mol. S. 126, Bedingung 1), so stellen sie eine mit (ε) homomorphe Gruppe dar.

Ist dann

$$(x_{\varkappa\lambda}) = \sum x_\alpha E_\alpha , \tag{2.}$$

so ist, falls $x = yz$ ist,

$$(x_{\varkappa\lambda}) = (y_{\varkappa\lambda})(z_{\varkappa\lambda}) .$$

Daher nenne ich die Matrix (2.) eine zur Gruppe (ε) *gehörige Matrix*. Ist ihre Determinante von Null verschieden, so ist sie nach (1.) § 4

$$|x_{\varkappa\lambda}| = \Pi\, \Phi(x)^s \tag{3.}$$

ein Produkt von Primfaktoren der Gruppendeterminante Θ.

Ist C eine konstante Matrix m^{ten} Grades, deren Determinante von Null verschieden ist, so bilden auch die n Matrizen $C^{-1}E_1C, C^{-1}E_2C, \cdots C^{-1}E_nC$ eine Darstellung von (ε), die der ersten *äquivalent* genannt wird. Kann man C nicht so wählen, daß diese n Matrizen die Gestalt

$$\begin{pmatrix} E_1' & 0 \\ E_1^{(0)} & E_1'' \end{pmatrix} , \qquad \begin{pmatrix} E_2' & 0 \\ E_2^{(0)} & E_2'' \end{pmatrix} , \quad \cdots \quad \begin{pmatrix} E_n' & 0 \\ E_n^{(0)} & E_n'' \end{pmatrix}$$

annehmen, so nenne ich die Darstellung *primitiv* oder *irreduzibel*, ist dies aber möglich, so nenne ich sie *imprimitiv* oder *reduzibel*, sind auch $E_1^{(0)}, \cdots E_n^{(0)} = 0$, *zerfallend* oder *zerlegbar*.

Die Methoden, die ich in meiner Arbeit *Über die Darstellung der endlichen Gruppen durch lineare Substitutionen*, II., Sitzungsberichte 1899, entwickelt habe, lassen sich (mit der am Ende des § 3 angedeuteten Modifikation) unmittelbar auf beliebige Dedekindsche Gruppen übertragen.

Die r^2 linearen Funktionen von $x_1, \cdots x_n$, die ich in § 11 mit $x_{\varkappa\lambda}$ bezeichnet habe, bilden eine zur Gruppe (ε) gehörige Matrix r^{ten} Grades, deren Determinante $|x_{\varkappa\lambda}| = \Phi(x)$ ist. Die entsprechende Darstellung von (ε) bezeichne ich mit $[\Phi]$. Die so erhaltenen, den k ver-

schiedenen Primfaktoren der Gruppendeterminante Θ entsprechenden Darstellungen sind die sämtlichen primitiven Darstellungen der Gruppe (ε).

Eine mit der Darstellung (2.) äquivalente zerfällt dann in s primitive Darstellungen $[\Phi]$, s' Darstellungen $[\Phi']$, usw. Der Koeffizient von u^{m-1} in der Determinante $|x_{\varkappa\lambda}+ve_{\varkappa\lambda}|$

$$\varphi(x) = \Sigma\, s\chi(x)$$

heißt die *Spur* der Darstellung (2.). Damit zwei Darstellungen einer DEDEKINDschen Gruppe äquivalent sind, ist notwendig und hinreichend, daß ihre Spuren übereinstimmen.

Metalloptik und MAXWELL'sche Theorie.

Von Prof. EMIL COHN
in Strassburg.

(Vorgelegt von Hrn. WARBURG am 16. April [s. oben S. 433].)

1. Die HH. HAGEN und RUBENS haben kürzlich Versuche über das Reflexionsvermögen der Metalle für Wärmestrahlen veröffentlicht[1], aus welchen sich Gesetzmässigkeiten von überraschender Einfachheit ergeben. Was meines Erachtens diese Versuche bezüglich der MAXWELL'schen Theorie aussagen, möchte ich hier darlegen. Diess wird am kürzesten geschehen, indem ich an die folgenden Sätze anknüpfe[2]: »Die Mannigfaltigkeit der beobachteten Erscheinungen (Dispersion, auswählende Absorption) kann durch Ausdrücke mit zwei Constanten ($\varepsilon\mu$ und $\lambda\mu$), wie sie die MAXWELL'schen Gleichungen liefern, nicht dargestellt werden, selbst wenn man für die Werthe dieser Constanten die freieste Verfügung zulässt. — Bezüglich der Metalle gilt, dass sie sich gegenüber jeder zur Beobachtung gelangten elektromagnetischen Strahlung als »vollkommene Leiter« verhalten, d. h. dass ε neben λ stets unmerklich ist. Mit anderen Worten: ein unbegrenzter Metallkörper ist elektromagnetisch durch die eine Constante $\lambda\mu$ charakterisirt. Um sein Verhalten gegenüber der Wärmestrahlung darzustellen, genügen auch die zwei Constanten der MAXWELL'schen Theorie nicht. Es ist denkbar, dass in dem noch unerforschten Gebiet zwischen beiden Strahlungsgattungen ein Intervall existirt, in welchem die Einführung der zweiten MAXWELL'schen Constante nothwendig, aber auch ausreichend ist. Andernfalls führt die Theorie eine »Dielektricitätsconstante der Metalle« als praktisch werthlose, aber auch unschädliche Zugabe mit, welche lediglich dazu dient, die Continuität der Darstellung zu wahren.«

Die Bedeutung der HAGEN-RUBENS'schen Versuche ist nun eine zweifache: sie ergeben die Thatsache, dass für eine wichtige Classe

[1] Diese Berichte, Sitzung vom 5. März. Berichte d. Physikal. Ges., Sitzung vom 6. März.

[2] Vergl. E. COHN, Das elektromagnetische Feld, S. 507 f. Leipzig 1900.

von Körpern der Geltungsbereich der Maxwell'schen Gleichungen sich in bisher ungeahnter Weise erweitert.[1] Und sie erwecken die Hoffnung, dass in der Nähe von 5 Mikron das Intervall existirt, durch welches wir die Dielektricitätsconstanten der Metalle kennen lernen werden.

2. Eine theoretische Ableitung der Beobachtungsresultate hat bereits Hr. Planck gegeben.[2] Ich kann jedoch in seinen Ausgangsgleichungen einen Ausdruck der Maxwell'schen Theorie nicht erkennen. Die specielle Form seiner Gleichungen soll nach Planck zum Ausdruck bringen, dass Eigenschwingungen der Moleküle nicht in Betracht kommen. Thatsächlich sind es die Maxwell'schen Gleichungen für einen Körper, dem ein individuelles Leitungsvermögen, zugleich aber die Dielektricitätsconstante und die Permeabilität des Vacuums beigelegt ist.

3. Was die Maxwell'sche Theorie für die Reflexion an der Grenzfläche beliebiger Körper ergibt, ist z. B. »Elektromagnetisches Feld« S. 434 ff. entwickelt. — Unter specieller Berücksichtigung der Eigenschaft, welche man den Metallen für genügend langsame Schwingungen beilegen darf (s. oben), ist S. 445 der Ausdruck für die reflectirte Amplitude abgeleitet; Mod. x^2 bedeutet die reflectirte Intensität und liefert direct den zur Darstellung der Hagen-Rubens'schen Versuche geeigneten Näherungswerth. — Wenn wir aber die Dielektricitätsconstante des Metalls als eine unbekannte und vielleicht nicht zu vernachlässigende Grösse betrachten, so müssen wir auf die Gleichungen (31) (32) S. 435 f. zurückgehen. Hier ist, da es sich um normale Incidenz handelt, $s = 0$, und da das erste Medium ein Isolator ist, $T_1 = \infty$ zu setzen. Wir wollen ferner den Index 2 unterdrücken, den Index 1 durch 0 ersetzen, die reflectirte Intensität Mod. $R_p^2 =$ Mod. $R_s^2 = \Re$ schreiben, im übrigen die Bezeichnungen des Buches beibehalten. Es folgt dann aus (32 p) und (31):

$$\beta(1 + R_p) = (1 - R_p),$$

wo

$$\beta = \sqrt{\frac{\mu_0 \varepsilon}{\mu \varepsilon_0} \cdot \frac{\omega r}{\omega_0 r_0}} = \sqrt{\frac{\mu_0 \varepsilon}{\mu \varepsilon_0}\left(1 - \frac{\iota}{\nu T}\right)}, \qquad T = \frac{\varepsilon}{\lambda}.$$

[1] Im auffälligsten Gegensatz zu der Feststellung, dass diese Gleichungen für Metalle bis zu Wellenlängen von etwa $\frac{1}{100}$ mm gelten, stehen Beobachtungen von Cole an Alkohol (Wied. Ann. 57 S. 290), oder gar diejenigen von Drude (Wied. Ann. 58 S. 1), nach welchen Glycerin und Essigsäure schon bei Wellen von Meterlänge sehr starke Abweichungen von der Theorie zeigen.

[2] Diese Berichte, Sitzung vom 5. März 1903.

Also, wenn $\beta = a + \iota b$ geschrieben wird:

$$\mathfrak{R} = \frac{(a-1)^2 + b^2}{(a+1)^2 + b^2}$$

oder

$$\left\{\begin{aligned} &1 - \mathfrak{R} = \frac{4a}{2a^2 + 2a + 1 - k}, \quad \text{wo } k = \frac{\mu_0 \varepsilon}{\mu \varepsilon_0} (= a^2 - b^2) \\ &\qquad 2a^2 = k\left[1 + \sqrt{1 + \frac{1}{(\nu T)^2}}\right], \qquad T = \frac{\varepsilon}{\lambda} \end{aligned}\right\} \quad (1)$$

Hier bedeuten $\varepsilon\ \mu\ \lambda$ Dielektricitätsconstante, Permeabilität, Leitungsvermögen des Metalls, $\varepsilon_0 \mu_0$ die Constanten der Luft, $\frac{2\pi}{\nu}$ die Schwingungsdauer. Die zu messende Grösse $1 - \mathfrak{R}$ hängt nur ab von den beiden Grössen k und νT. Beide sind unbekannt, dagegen kann

$$\frac{k}{\nu T} = \frac{\mu_0}{\mu} \frac{\lambda}{\nu \varepsilon_0}$$

berechnet werden, sofern wir $\frac{\mu}{\mu_0}$ als bekannt betrachten dürfen.

Macht man nun die

Annahme (a): νT sehr klein,

so wird $2a^2 = \frac{k}{\nu T}$, also $\frac{k}{2a^2}$ sehr klein, und daher

$$\left.\begin{aligned} 1 - \mathfrak{R} &= \frac{4a}{2a^2 + 2a + 1} \\ \text{wo } 2a^2 &= \frac{\mu_0}{\mu} \frac{\lambda}{\nu \varepsilon_0}. \end{aligned}\right\} \quad (2)$$

Nun ist $\frac{\lambda}{\nu \varepsilon_0}$ im Bereich der Versuche stets eine grosse Zahl ($= 60 \cdot \varkappa \cdot l$, wenn $\varkappa$ die gleichbezeichnete Grösse bei Hagen und Rubens, und l die Wellenlänge in Mikrons bedeutet). Macht man also die weitere

Annahme (b): $\frac{\mu}{\mu_0}$ nicht gross,

so ist $2a^2$ eine grosse Zahl und folglich in erster Näherung

$$1 - \mathfrak{R} = \frac{2}{a} = 2\sqrt{2 \frac{\mu}{\mu_0} \frac{\nu \varepsilon_0}{\lambda}}. \quad (3)$$

4. Wir vergleichen die aus der Maxwell'schen Theorie gewonnenen Formeln mit den Versuchsergebnissen.

Zunächst betrachten wir die nichtferromagnetischen Metalle. Hier ist $\mu = \mu_0$. Also ergibt die einzige Annahme (*a*):

$$1 - \Re = 2\sqrt{2\frac{\nu\varepsilon_0}{\lambda}}. \qquad (3a)$$

Diess ist die Formel, durch welche HAGEN und RUBENS einen grossen Theil ihrer Beobachtungen angenähert darstellen konnten. Soweit, mit Berücksichtigung der Beobachtungsfehler, die Annäherung ausreicht, so weit wird man $\nu T = \frac{\nu\varepsilon}{\lambda}$ als unmessbar kleine Grösse zu betrachten haben.[1] Wo aber die Näherungsformel versagt, da hat man nicht ohne weiteres zu schliessen, dass auch die MAXWELL'sche Theorie ihre Gültigkeit verloren hat. Man wird vielmehr zunächst versuchen, ob sich die strenggültige Formel (1.) mit den Beobachtungen in Einklang bringen lässt. Hierbei steht der Werth von ε zur Verfügung.

In welchem Umfange ein solcher Versuch Erfolg haben mag, lässt sich nur an der Hand des vollständigen Beobachtungsmaterials übersehen. Folgendes aber lehren bereits die mitgetheilten Curven. Einerseits: der Versuch ist berechtigt, denn es zeigen sich nirgends Andeutungen von auswählender Reflexion, $1 - \Re$ nimmt vielmehr mit wachsendem ν ausnahmslos zu, wie es die Gleichung verlangt. — Andererseits: ein Anschluss der gesammten Beobachtungen an die Gleichung (1.) ist nicht möglich; die $(1 - \Re)$-Werthe für Cu und Pt sind bei den kürzesten Wellen grösser, als sie durch beliebige Annahmen über ε erhalten werden können. Hier also zum mindesten wird man bereits einen Einfluss der Molecularstructur annehmen müssen. Und weiter: wo der Anschluss an Gleichung (1.) gelingt, da wird doch für den Werth von ε ein weiter Spielraum bleiben. Es liegt diess an dem Verlauf der Function $1 - \Re = f\left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_0}\right)$. Sie steigt für wachsende Werthe des Arguments zu einem flachen Maximum an, um dann unter den Werth für $\frac{\varepsilon}{\varepsilon_0} = 0$ herabzusinken. — Sehr viel günstiger würden directe Messungen der Absorptionsconstanten zu verwerthen sein; vielleicht gelingt es den Herren Verfassern, solche trotz der von ihnen hervorgehobenen experimentellen Schwierigkeiten an dem einen oder andern Metall durchzuführen.

Es bleibt noch das Verhalten der ferromagnetischen Metalle zu besprechen. So lange neben (*a*) die Voraussetzung (*b*) gilt, ist der Ver-

[1] Für Ag und Au reicht, nach Ausweis der Curven, die Brauchbarkeit von (3*a*.) vielleicht bis zu 1 Mikron herab.

lauf der Function $1 - \mathfrak{R} = f(\nu)$ der gleiche, wie für nichtmagnetische Metalle, aber die Werthe sind im Verhältniss $\sqrt{\frac{\mu}{\mu_0}}$ vergrössert.

Wir dürfen nicht erwarten, für μ den aus statischen Zuständen ermittelten Werth zu finden; denn wir wissen, dass die Permeabilität des Eisens, die in keinem Sinn den Namen einer Constanten verdient, mit wachsender Schwingungszahl beträchtlich abnimmt. Nun zeigt thatsächlich die Fe-Curve eine auffällige Eigenheit: die beobachteten Werthe von $1 - \mathfrak{R}$ liegen auch für die längeren Wellen, für welche die übrigen Metalle der Gleichung (3*a*) noch gut folgen, merklich über den nach dieser Gleichung berechneten. Hiernach würde die Annahme zulässig erscheinen, dass noch für so schnelle Schwingungen, wie sie hier vorliegen, $\frac{\mu}{\mu_0}$ eine zwar mässig grosse, aber immerhin von 1 verschiedene Zahl sei. Es würden dann aber die Werthe von $\frac{\mu}{\mu_0}$ und somit voraussichtlich die Abweichungen von der Gleichung (3*a*) mit weiter wachsender Wellenlänge zunehmen. Diess ist, wie sich aus späteren genaueren Versuchen der HH. Hagen und Rubens ergibt[1], nicht der Fall. Es wird also bei der Vergleichung der Beobachtungen mit der Maxwell'schen Theorie für alle Metalle lediglich ε als unbekannte Grösse zu betrachten sein.

[1] Nach persönlicher Mittheilung.

Ausgegeben am 7. Mai.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

SITZUNGSBERICHTE

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

XXV.

7. Mai 1903.

BERLIN 1903.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER

Auszug aus der [illegible] Redaktion der Sitzungsberichte

[illegible]

1903.
XXV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

7. Mai. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

1. Hr. Kohlrausch las über die Entwickelung der elektrischen Maasseinheiten und legte eine Abhandlung von Prof. W. Jaeger in Charlottenburg vor: Über die in der Darstellung und Festhaltung des elektrischen Widerstandsmaasses erreichbare Genauigkeit.

Aus den mitgetheilten neuen Messungen an den Quecksilber- und Manganin-Widerstandsnormalen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt wird durch Vergleichung mit den früheren Beobachtungssätzen der Schluss gezogen, dass der Betrag, um welchen die Drahtnormale sich in zehn Jahren geändert haben, kleiner ist, als dass er durch den Vergleich mit den Quecksilbernormalen sicher nachgewiesen werden könnte.

2. Hr. Brunner überreichte den Jahresbericht über die Herausgabe der Monumenta Germaniae, den in Vertretung des Vorsitzenden der Centraldirection der Monumenta Germaniae historica Hr. Geh. Reg.-Rath Prof. Dr. O. Holder-Egger verfasst hat.

3. Hr. van't Hoff überreichte die von ihm herausgegebenen Abhandlungen zur Thermodynamik chemischer Vorgänge von August Horstmann. Leipzig, Engelmann, 1903.

4. Der Vorsitzende legte vor das mit Unterstützung der Akademie erschienene Werk: Ibn al-Qifṭī's Ta'rīḫ al-Ḥukamā'. Hrsg. von Prof. Dr. Julius Lippert. Leipzig 1903. Ferner legte er vor: Monum. Germ. hist. Diplomatum regum et imperatorum Germaniae tomi III pars posterior Heinrici II. et Arduini diplomata. Hannoverae 1900/3.

Die Akademie hat das correspondirende Mitglied ihrer physikalisch-mathematischen Classe Hrn. Josiah Willard Gibbs in New Haven, Conn. am 28. April durch den Tod verloren.

Über die in der Darstellung und Festhaltung des elektrischen Widerstandsmaßes erreichbare Genauigkeit.

Von Prof. Dr. W. Jaeger
in Charlottenburg.

(Mitteilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt. Vorgelegt von Hrn. Kohlrausch.)

Die unter dem Namen »Ohm« international eingeführte elektrische Widerstandseinheit wurde bekanntlich zuerst an die Webersche elektromagnetische Einheit anschließend $= 10^9$ cm/sec definiert. Diese Festsetzung genügt aber nicht, um die Einheit anwendbar zu machen. Weber selbst hatte schon vor 50 Jahren, mit Rücksicht auf die Schwierigkeit genauer absoluter Bestimmungen, an seine Messung den Widerstand des Kupfers und besonders auch den durch Jacobi damals versuchsweise als Einheit verbreiteten Kupferdraht angeschlossen, um dadurch die wirkliche Anwendung der absoluten Einheit zu ermöglichen.

Aber erst etwa ein Jahrzehnt später gelang es dem Scharfblick und der Ausdauer von Werner Siemens, einen Weg anzugeben und auszubauen, welcher mit der empirischen Definition die geforderte Genauigkeit verband. Seine Einführung des Quecksilbers als Norm war der erste, damals auf manchen Widerstand stoßende Schritt, durch welchen die empfindliche Unsicherheit in allen elektrischen Größenangaben beseitigt worden ist.

Siemens' Voraussicht, daß es möglich sein werde, die Quecksilbereinheit immer genau zu reproduzieren, ist nicht nur bestätigt, sondern, wenn nach den jetzt vorliegenden Erfahrungen die Genauigkeit bei genügender Sorgfalt auf $^1/_{100000}$ bis $^2/_{100000}$ geschätzt werden kann, jedenfalls noch bedeutend übertroffen worden.

Es war daher für die internationale Vereinbarung sehr nützlich, daß, ebenfalls auf Anregung von Siemens, als Mittelglied zwischen die Webersche absolute Einheit und ihre Anwendung das Quecksilber eingeschoben und das Ohm als diejenige Quecksilbersäule von 0° de-

finiert wurde, welcher, nach den zahlreichen Messungen aus den achtziger Jahren, der Widerstand 10^9 cm/sec gleichzusetzen war.

Aber ebenso wie SIEMENS selbst seiner Einheit den unmittelbaren praktischen Wert dadurch gegeben hatte, daß er sie in leicht anwendbaren Drahtkopien herstellte und in den Verkehr brachte, so ist auch der Wert der neuen Definition bedeutend dadurch gewachsen, daß es gelungen ist, Kopien von ihr darzustellen, die sich durch eine weiter gesteigerte bequeme und genaue Handhabung und durch eine große Konstanz auszeichnen, so daß sie nur in größeren Zeiträumen mit den Normalrohren verglichen zu werden brauchen.

Bei der Beglaubigung der eingesandten Widerstände von 1 Ohm gewährleistet die Reichsanstalt zur Zeit eine Genauigkeit von $^1/_{10000}$. Man muß also von den Kopien, welche zur Eichung dienen, verlangen, daß man ihres Wertes jederzeit auf einige Hunderttausendstel sicher sein kann, ohne daß eine häufige Vergleichung mit der Quecksilbereinheit notwendig wird. Die direkte Anwendung dieser Einheit selbst ist in den meisten Fällen zu umständlich und zeitraubend; auch die sogenannten Quecksilberkopien leiden an demselben Übelstand, da die große Widerstandsänderung des Quecksilbers mit der Temperatur an die Bestimmung der letzteren hohe Anforderungen stellt.

In hervorragendem Maße haben sich Widerstände aus Manganin als zuverlässige und bequeme Kopien der Widerstandseinheit bewährt, die außer ihrer Konstanz den auch für die Genauigkeit der Messung nicht zu unterschätzenden Vorteil eines sehr kleinen Temperaturkoeffizienten besitzen. Die Widerstandsänderung des Manganins beträgt durchschnittlich $^2/_{100000}$ auf 1°: außerdem ist auch seine Thermokraft gegen Kupfer sehr klein.

Im Anschluß an die zuletzt stattgefundene Vergleichung der Manganinwiderstände der Reichsanstalt mit der Quecksilbereinheit sollen die bisherigen Erfahrungen, welche sich auf die Herstellung und Reproduktion der Quecksilbereinheit und auf die Konstanz der Manganinwiderstände beziehen, hier zusammenfassend mitgeteilt werden.[1]

Quecksilbernormale. Die Reichsanstalt besitzt zur Zeit fünf Quecksilbernormalrohre aus gut gekühltem Jenaer Glas 16^{III}, von denen zwei im Jahre 1890/91 von KREICHGAUER und mir ausgemessen worden sind, während die drei anderen im Jahre 1893 von WACHSMUTH kalibriert und im Jahre 1897 von KAHLE und mir fertiggestellt

[1] Von früheren Mitteilungen kommen hierbei in Betracht: W. JAEGER, Wiss. Abhandl. d. Phys.-Techn. Reichsanstalt **2**, 379; 1895. W. JAEGER und KAHLE, desgl. **3**, 95; 1900 und WIED. Ann. **64**, 456; 1898. W. JAEGER und ST. LINDECK, Zeitschr. f. Instrumentenkunde **18**, 161; 1898 und WIED. Ann. **65**, 572; 1898.

wurden. Die geometrische Auswertung der Rohre besteht außer der Kalibrierung in der Längenmessung bei 0° und der Auswägung mit Quecksilber bei 0°.[1] Außerdem ist der Ausbreitungswiderstand an den Enden der Rohre zu berücksichtigen, der von den Endradien und dem sogenannten Ausbreitungsfaktor abhängt. Da dieser nur mit geringer Genauigkeit bekannt ist, wurden die Durchmesser der Rohre, soweit es aus technischen Gründen zulässig erschien, verschieden gewählt, um aus einer etwa auftretenden systematischen Abweichung einen Rückschluß auf den Wert des Ausbreitungsfaktors ziehen zu können. Es zeigte sich indes, daß der anderweitig angenommene Faktor 0.80 als richtig angesehen werden kann.

Bei der Auswertung der Rohre wurde eine Genauigkeit von $^1/_{100000}$ angestrebt: es mußte daher die Längenmessung auf etwa $0^{\text{mm}}.01$, die Auswägung durchschnittlich auf $0^{\text{mg}}.1$ sicher sein. Die letztere Forderung ist am schwierigsten zu erfüllen, da leicht am Rohre hängen bleibende kleine Quecksilbertropfen Fehler verursachen können; doch ist diese Genauigkeitsgrenze durchschnittlich eingehalten worden, wie aus dem Ergebnis der elektrischen Vergleichung der Rohre hervorgeht.

Auch die bei 0° vorgenommene elektrische Vergleichung läßt sich mit einer Sicherheit von etwa $^1/_{100000}$ ausführen, wenn die Rohre nach jeder Füllung sorgfältig gereinigt und dann im Vakuum mit reinem Quecksilber gefüllt werden. Die Abweichung der einzelnen Füllungen vom Mittelwert geht dann in der Regel höchstens bis zu $^2/_{100000}$. Bei einem Rohrquerschnitt von 1^{qmm} bedeutet dies, daß sich das Quecksilber bis auf $^1/_{100}\,\mu$, also den Bruchteil einer Lichtwellenlänge, in derselben Weise an die Rohrwandung anlegt.

Die elektrische Vergleichung der fünf Quecksilberrohre gestattet gleichzeitig ein Urteil über die Reproduzierbarkeit der elektrischen Widerstandseinheit, da die Rohre zu verschiedenen Zeiten und von verschiedenen Beobachtern hergestellt waren. Von diesen Rohren haben die beiden älteren (Nr. XI und XIV) einen Widerstand von nahe 1 Ohm, von den neueren hat Nr. 114 ebenfalls 1 Ohm Widerstand, Nr. 106 dagegen $\frac{1}{2}$ Ohm, Nr. 131 2 Ohm. Aus der elektrisch gemessenen Differenz dieser Rohre gegen den Mittelwert M von vier Manganinwiderständen sind unter Benutzung der geometrisch ermittelten Werte der Rohre die folgenden Zahlen für M erhalten worden:

[1] Aus dem Kaliberfaktor C, der Länge L (in Millimeter) und der Quecksilbermasse G (in Gramm) berechnet sich dann der Widerstand W gemäß der internationalen Definition als:

$$W = \frac{14.4521}{(1063)^2} \cdot \frac{CL^2}{G} = 12.78982 \cdot 10^{-6} \cdot C\frac{L^2}{G}.$$

Beobachter: JAEGER und KAHLE, Juni 1897		Abweichung vom Mittel
Alte Rohre { aus Rohr Nr. XI	$M = 1.001730_5$ Ohm bei 18° C.	-1.3×10^{-5}
" " " XIV	$M = 1.001762$ " " "	+1.8 "
Neue Rohre { " " " 114	$M = 1.001726$ " " "	−1.8
" " " 106	$M = 1.001750_5$ " " "	+0.6
" " " 131	$M = 1.001752_5$ " " "	+0.8
Mittel.....	$M = 1.001744$ Ohm bei 18° C.	

Der Mittelwert der drei neuen Rohre unterscheidet sich von dem der drei alten nur um vier Milliontel, die größte Abweichung der Einzelwerte vom Mittelwert $^2/_{100000}$: man darf daraus wohl den Schluß ziehen, daß die Reproduktion der von SIEMENS eingeführten Quecksilbereinheit auf 1 bis 2 vom Hunderttausend zuverlässig ist.

Die letzte Vergleichung der Normalrohre wurde im März d. J. von H. DIESSELHORST und mir ausgeführt. Es wurden dabei die drei Rohre von 1 Ohm wieder mit den vier Manganinwiderständen verglichen und dabei für M folgende Zahlen erhalten:

Beobachter: JAEGER und DIESSELHORST, März 1903		Abweichung vom Mittel
Aus Rohr Nr. XI	$M = 1.001729$ Ohm bei 18° C.	-1.5×10^{-5}
" " " XIV	$M = 1.001759$ " " "	+1.5 "
" " " 114	$M = 1.001743$ " " "	−0.1 "
Mittel.....	$M = 1.001744$ Ohm bei 18° C.	

Da der Mittelwert aus sämtlichen Rohren um 4.5 Milliontel höher ist als der aus den Rohren XI, XIV, 114, so erhält man $M = 1.001748_5$ Ohm. Die relative Änderung zwischen M und den Rohren beträgt also in den sechs Jahren nur 4.5 Milliontel, liegt also ganz innerhalb der Beobachtungsfehler. Eine Änderung der Einheit sowie der durch M repräsentierten Kopien läßt sich hiernach in diesem Zeitraum nicht nachweisen.

Konstanz der Manganinwiderstände. Die Konstanz des Mittelwertes M der vier Manganinwiderstände für einen Zeitraum von zehn Jahren geht aus der folgenden Zusammenstellung hervor:

November 1893	$M = 1.001737$ Ohm bei	18° C.
Juni..... 1895	37 " "	18° "
Juni..... 1897	44 " "	18° "
März ... 1903	48 " "	18° "

Die zeitliche Veränderung von M ist also so klein, daß sie sich mit voller Sicherheit durch Vergleichung mit der Quecksilbereinheit kaum konstatieren läßt. Bei zwei Manganinwiderständen (Nr. 148a und 150a) reichen die Messungen bis zum Oktober 1892, bei einem (Nr. 151)

bis Dezember 1891 zurück. Die einzelnen Widerstände haben sich in der ganzen Zeit um folgende runde Beträge geändert:

Nr.	148a	um	+ 2	Hunderttausendstel
„	149a	„	+ 2	„
„	150a	„	− 4.5	„
„	151	„	+ 4	„

Der größte Teil dieser Änderungen fällt dabei in die erste Zeit nach der Herstellung. Gleich gute Erfahrungen sind mit den zur Eichung eingesandter Widerstände dienenden Manganin-Normalen von Abteilung II gemacht worden.[1]

Allerdings kann man eine so vorzügliche Konstanz nur dann erwarten, wenn auch die Konstruktion der Widerstände und ihre Behandlung nach der Herstellung (das künstliche Altern der Widerstände) richtig ausgeführt wird, hierfür sind im wesentlichen die Angaben von Hrn. Feussner vorbildlich gewesen; vergl. hierüber K. Feussner und St. Lindeck, Wissensch. Abhdl. der Phys.-Techn. Reichsanstalt **2**, 526; 1895.

Die elektrischen Messungen lassen sich leicht mit einer Genauigkeit von etwa 1 Milliontel ausführen; zum Teil wurde hierfür das Differentialgalvanometer in der Methode des übergreifenden Nebenschlusses nach Hrn. F. Kohlrausch benutzt, zum Teil auch die Thomsonsche Doppelbrücke unter Anwendung eines Drehspulengalvanometers bez. eines Kugelpanzergalvanometers.

---

[1] Näheres hierüber siehe in der S. 545 zitierten Mitteilung von Lindeck und Jaeger, die über die Messungen bis zum Jahre 1897 berichtet.

Jahresbericht über die Herausgabe der Monumenta Germaniae historica.

Von Geh. Reg.-Rath Prof. Dr. O. Holder-Egger.

Vorgelegt von Hrn. Brunner.

Nach dem beklagenswerthen Tode ihres Vorsitzenden, des Hrn. Geheimen Oberregierungsrathes Prof. Dr. Dümmler, dem Hr. Prof. Bresslau im zweiten Hefte des XXVIII. Bandes des Neuen Archivs einen warmen Nachruf widmete, hat die Centraldirection der *Monumenta Germaniae historica* ihre 29. ordentliche Jahresversammlung in den Tagen vom 21. bis 23. April unter dem Vorsitz des Verfassers dieses Berichtes abgehalten, denn dieser hatte von dem Herrn Staatssecretär des Innern den Auftrag erhalten, die Geschäfte des Vorsitzenden bis auf Weiteres zu führen.

Zu den Sitzungen waren sämmtliche der Centraldirection zur Zeit angehörige Herren erschienen, nämlich Prof. Bresslau aus Strassburg, Geh. Justizrath Prof. Brunner, Geh. Oberregierungsrath Prof. Koser, der nach Ausscheiden des Hrn. Prof. Mommsen von der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin in die Centraldirection entsandt worden war, Prof. Ritter Luschin von Ebengreuth aus Graz, Prof. Mühlbacher aus Wien, Prof. von Riezler aus München, Prof. Steinmeyer aus Erlangen, Prof. Tangl, Prof. Traube aus München, Prof. Zeumer. In der Versammlung wurden, wie es das Statut erfordert, der Hohen Reichsregierung mehrere Personen für die Besetzung der Stelle des Vorsitzenden präsentiert; Hr. Archivrath Dr. Krusch zu Breslau wurde zum Mitgliede der Centraldirection erwählt.

Im vergangenen Rechnungsjahre erschienen folgende Bände:

In der Abtheilung *Scriptores*:

Scriptores rerum Merovingicarum t. IV. Passiones Vitaeque sanctorum aevi Merovingici. Edidit Bruno Krusch.

Scriptorum t. XXXI pars prior.

Vita Bennonis II. episcopi Osnabrugensis auct. Nortberto abbate Iburgensi rec. Henr. Bresslau.

In der Abtheilung *Leges*:

Sectio I, t. I. Leges Visigothorum. Ed. Karolus Zeumer.

In der Abtheilung *Diplomata*:

Diplomatum regum et imperatorum Germaniae tomi III pars posterior. Heinrici II et Arduini Diplomata.

In der Abtheilung *Epistolae*:

Tomi VI pars prior (Karolini aevi IV).
Vom Neuen Archiv des XXVIII. Bandes 1. und 2. Heft.

Im Druck befinden sich 5 Quartbände und 1 Octavband, welche sämmtlich in diesem Rechnungsjahre erscheinen werden.

In der Abtheilung *Auctores antiquissimi*, welche Hr. Prof. Traube leitet, ist die erste Hälfte des XIV. Bandes, welche die Gedichte des Merobaudes, Dracontius und Eugenius von Toledo bringt, von Hrn. Prof. Vollmer bearbeitet, im Druck so weit vorgeschritten, dass er in diesem Rechnungsjahre wird ausgegeben werden können. Während des Druckes des Dracontius wurde Hrn. Prof. Traube eine bisher unbenutzte Bamberger Handschrift bekannt, welche für die Textherstellung von grosser Bedeutung ist. Hr. Prof. Vollmer nutzte sie in Bamberg aus und wurde bei seiner Arbeit von Hrn. Bibliothekar Joh. Fischer so freundlich gefördert, dass es angenehme Pflicht ist, dem Herrn hier Dank zu sagen. Der zweite Theil des XIV. Bandes wird die Vandalische Gedichtsammlung des Codex Salmasianus, von Hrn. Prof. Traube bearbeitet, enthalten. Die Ausgabe der Gedichte Aldhelm's hat deren Bearbeiter, Hr. Prof. Ehwald, nicht sehr viel weiter führen können. Er hofft in diesem Jahre mehr Zeit dafür erübrigen zu können. Der Band, der diese sowie die übrigen vorkarolingischen Gedichte enthält, wird den *Auctores antiquissimi* angeschlossen werden.

In der Abtheilung *Scriptores* ist die Serie der *Scriptores rerum Merovingicarum* Hrn. Archivrath Dr. Krusch zur selbständigen Leitung überwiesen; die übrigen Serien, welche Hr. Dümmler früher leitete, sind bis auf Weiteres dem Verfasser dieses Berichts übertragen. Hr. Archivrath Krusch hat nach Abschluss des IV. starken Bandes der *Scriptores rerum Merovingicarum*, der im vorigen Jahre erschienen und mit Ausnahme des Registers ganz von ihm bearbeitet ist, die Vorarbeiten für den V. Band, welcher ebenfalls Vitae der Merowingerzeit von etwa 660 an enthalten wird, so weit gefördert, dass er hofft im Jahre 1904 dessen Druck beginnen zu können. Für die geplante Octavausgabe der Vitae sanctorum auctore Jona Bobbiensi verglich er mehrere, für den IV. Band noch nicht benutzte, Handschriften der Vita Columbani abbatis discipulorumque eius. Hr. Dr. Levison, der den grössten Theil

der letzten Heiligenleben der Merowingerzeit für den VI. Band dieser Serie herausgeben wird, hat die Arbeiten so weit geführt, dass er hofft, sie nach einem halben Jahre abschliessen zu können, mit Ausnahme der *Historia Wambae*, für welche die Collationen zum Theil erst aus Spanien zu beschaffen sind. Daneben hat er das Register zum IV. Bande angefertigt. Einen grossen Theil seiner Arbeitskraft widmete er der Bearbeitung der Vitae Bonifatii archiepiscopi Moguntini, welche in einem Octavbande der *Scriptores rerum Germanicarum* vereinigt herausgegeben werden sollen. Es sollen darin auch die späteren Lebensbeschreibungen Bonifaz', die nur von litterarischem Interesse sind, wenigstens zum Theil, die von Otloh vollständig aufgenommen werden. Kleinere Collationen besorgten dem genannten Mitarbeiter gütigst die HH. Prof. Ehwald in Gotha, Geheimer Hofrath von Heinemann in Wolfenbüttel, P. Gabriel Meier in Einsiedeln, Edward Scott vom Britischen Museum. Nach Abschluss der Arbeiten für die *Scriptores rerum Merovingicarum* wird Hr. Dr. Levison an die Bearbeitung der Fortsetzung des Liber pontificalis gehen, deren Ausgabe ihm übertragen wurde.

In der Hauptserie der *Scriptores* hat nach Vollendung der ersten Bandhälfte von t. XXXI (der in dieser Serie zuerst in Quartformat erscheint) sogleich der Druck der zweiten Hälfte desselben Bandes, welcher die Doppelchronik, d. i. den Liber de temporibus und die Cronica imperatorum, des Notars Albert Milioli von Reggio nell' Emilia nebst drei Berichten über die Belagerung und Einnahme von Damiette 1218—1219 bringt, begonnen. Der Band wird im Herbste dieses Jahres erscheinen. Nach seiner Vollendung soll sogleich der Druck des XXXII. Bandes beginnen, welcher die Chronik des Minoriten Salimbene de Adam aus Parma nebst einigen Beilagen dazu enthalten wird. Auf einer in Aussicht genommenen Reise nach Italien soll weiteres Material für die Italienischen Geschichtsquellen des XIII. Jahrhunderts gesammelt werden. Hr. Dr. Cartellieri hat für ebendiese an den Gesta Friderici II, Conradi, Manfredi des sogenannten Nicolaus de Jamsilla gearbeitet, nachdem er die Bearbeitung des an dieses gleichsam anschliessenden Werkes des Saba Malaspina nahezu vollendet hat. Hr. Dr. Kehr war mit den Annales des Tolomeus von Lucca beschäftigt. Er wird einen die Ausgabe vorbereitenden Aufsatz zur Quellenkritik des Werkes im Neuen Archiv veröffentlichen. Den grössten Theil seiner Thätigkeit verwandte er im vorigen Jahre auf die Neubearbeitung der dritten Auflage von Widukindi Rerum gestarum Saxonicarum libri III für die *Scriptores rerum Germanicarum*. Hr. J. B. Bury vom Trinity College zu Dublin hatte seiner Zeit eine neue Collation der Londoner Handschrift den *Monumenta Germaniae* gütigst

überlassen, der hochwürdige Prior Hr. P. Amelli zu Monte Cassino verglich mit grösster Zuvorkommenheit alle Stellen der Handschrift seines Klosters nach, an denen irgend Zweifel bestehen konnten, die Dresdener Handschrift konnte der Herausgeber selbst von Neuem vergleichen; so wurden die Grundlagen für die Textherstellung noch mehr gesichert. Der Band, welchem zum ersten Mal die Origo Suevorum, die sagenhafte Schrift über die Herkunft der Nordschwaben, angehängt werden soll, ist im Druck und wird nach einigen Wochen erscheinen.

Ein sehr glücklicher Zufall war es, der Hrn. Prof. Bresslau eine moderne Abschrift der echten *Vita Bennonis episcopi Osnabrugensis auctore Nortberto abbate Iburgensi* in die Hände führte und es ihm ermöglichte, das schöne Denkmal aus dem Anfang des XII. Jahrhunderts, das wir bisher nur durch massenhafte Fälschungen entstellt kannten, in originaler Gestalt in den *Scriptores rerum Germanicarum* zu veröffentlichen.

Für diese Serie wurden noch eine ganze Reihe von Neuausgaben theils schon vorbereitet, theils in den diesjährigen Sitzungen beschlossen. Hr. Hofrath Prof. von Simson zu Freiburg im Breisgau wird für sie die *Annales Mettenses* bearbeiten und damit den Text der Handschrift von Durham zum erstenmal bekannt machen. Hr. Landesarchivar Dr. Bretholz zu Brünn hat die Bearbeitung der *Cronica Boemorum* des Cosmas von Prag und ihrer Fortsetzer durch Vergleichung jüngerer Handschriften gefördert; an die Textherstellung konnte er noch nicht gehen, da ihm die wichtigeren Handschriften der Stockholmer Bibliothek und des Prager Domcapitels nicht zugesandt werden konnten. Diese werden jetzt auf Reisen des Hrn. Dr. Bretholz und eines ständigen Mitarbeiters der *Monumenta Germaniae* verglichen werden. Der Druck des Bandes wird dann im Jahre 1904 beginnen. Hr. Prof. Bloch zu Strassburg hat eine Neuausgabe der *Annales Marbacenses* übernommen, deren Erscheinen bald zu erwarten ist. Hr. Prof. Uhlirz (jetzt in Graz) hat die Vorarbeiten für die Octavausgabe der *Annales Austriae*, durch unvorhergesehene Umstände verhindert, noch nicht in Angriff nehmen können, er gedenkt sie im Herbst dieses Jahres zu beginnen. Die Ausgabe des Johann von Victring für die *Scriptores rerum Germanicarum* ist durch Hrn. Dr. Schneider im Manuscript dem Abschluss nahe gebracht. Eine Handschrift des Anonymus Leobiensis hat er zu Rom verglichen. Wenn die Klosterneuburger Handschrift, die nur im Kloster selbst benutzt werden kann, in diesem Sommer collationiert sein wird, kann der Druck des Bandes bald begonnen werden. Unerwähnt bleiben hier die für die *Scriptores rerum Germanicarum* geplanten Ausgaben, welche schon in früheren Berichten genannt sind, deren Erscheinen aber in diesem Rechnungsjahr nicht mit Sicherheit zu erwarten ist.

Für die Deutschen Chroniken hat Hr. Prof. Seemüller zu Innsbruck die Arbeiten an der Hagen'schen Chronik fortgesetzt, musste aber wider Erwarten noch die Varianten dreier jüngerer Handschriften seinem Apparate hinzufügen. Im Frühjahr 1904 gedenkt er das Manuscript für den VI. Band der Deutschen Chroniken zum Druck zu geben.

In der Abtheilung *Leges* hat Hr. Prof. Freiherr von Schwind zu Wien die Textherstellung der *Lex Baiuwariorum* begonnen, Hr. Prof. Seckel setzte seine Untersuchungen über die Quellen des *Benedictus levita* fort, deren Ergebnisse er demnächst veröffentlichen wird. Für den Band der Placita hat Hr. Prof. Tangl noch nöthiges Material auf einer Reise in Süddeutschland und der Schweiz gesammelt und wird dieses auf einer Reise in die französischen Departements in diesem Herbste vermehren. Im Sommer 1904 hofft er mit dem Druck beginnen zu können.

In den unter Leitung des Hrn. Prof. Zeumer stehenden Serien hat dieser selbst die *Leges Visigothorum* zu Ende geführt, so dass der Band im Januar dieses Jahres ausgegeben werden konnte. Das Register dazu hat Hr. Dr. Werminghoff geliefert, bei dessen Schlussredaction er durch Hrn. Zeumer und Hrn. Dr. Krammer unterstützt wurde. Dieser, der am 1. October 1902 als Mitarbeiter bei der Abtheilung eingetreten war, wurde mit Vorarbeiten für die *Lex Salica* beschäftigt und verglich zunächst deren hiesige bisher noch unbenutzte Handschrift.

Der Druck des III. Bandes der *Constitutiones et Acta publica* wurde von Hrn. Dr. Schwalm eifrig gefördert. Die erste Bandhälfte, welche die Zeit Rudolf's von Habsburg umfasst, wird in Stärke von etwa 60 Bogen gegen Ende dieses Rechnungsjahres erscheinen können. Der zweite Halbband wird dann nur noch die Constitutionen Adolf's von Nassau bringen können. Doch ist das Material auch für Albrecht I. und namentlich Ludwig den Bayer ziemlich vollständig gesammelt und von Hrn. Dr. Schwalm für die Ausgabe vorbereitet. Die HH. Graf Cipolla in Turin, Dr. Davidsohn-Florenz, Dr. Herre-München, Landesarchivar von Jaksch-Klagenfurt, Dr. Novák-Prag und besonders Hr. Dr. Pogatscher-Rom lieferten ihm gefälligst Beiträge durch Neu- oder Nachvergleichungen.

Hr. Dr. Werminghoff wird den Druck des zweiten Bandes der *Concilia* beginnen, sobald er Collationen für die römische Synode von 761, welche Hr. Prof. Kehr zu Göttingen aus seinen reichen Sammlungen ihm gütigst zur Verfügung stellen wollte, erhalten haben und damit das Manuscript für die Synoden des VIII. Jahrhunderts völlig druckfertig sein wird.

In der Abtheilung *Diplomata* hat Hr. Prof. Mühlbacher mit Hülfe der HH. Prof. Dopsch und Tangl und seines Mitarbeiters Hrn.

Dr. Lechner trotz mancher Schwierigkeiten den Druck des I. Bandes der Karolingerurkunden so weit gefördert, dass der Text der Urkunden, das Gruppenregister und eine diesem Bande zuerst beigegebene »Übersicht der Urkunden ihrem Inhalte nach« fertig gestellt sind. Das alphabetische und Sachregister hat Hr. Prof. Tangl im Manuscript vollendet. Von ihm ist auch die Auflösung sämmtlicher tironischer Noten des Bandes gegeben. Den Druck des II. Bandes, der die Urkunden Ludwig's des Frommen bringt, hofft Hr. Prof. Mühlbacher noch im Laufe dieses Jahres aufnehmen zu können. Die Weiterführung der von ihm bearbeiteten zweiten Auflage der Karolingerregesten, deren zweite Hälfte seit Neujahr im Druck ist. wird für den Band von wesentlichem Nutzen sein.

Von dem umfangreichen III. Bande der *Diplomata regum et imperatorum*, welcher die Urkunden Heinrich's II. und Arduin's enthält, ist das Schlussheft vor Kurzem ausgegeben. Es enthält Nachträge und Berichtigungen, die Vorrede und die Register. Das Bücher- und Namenregister bearbeitete Hr. Dr. Holtzmann, alles Übrige der Leiter der Serie, Hr. Prof. Bresslau; bei der Bearbeitung des Sachregisters unterstützte ihn Hr. Dr. Wibel. Hr. Prof. Bloch hatte die Güte, eine Correctur zu lesen. Für die Diplome Konrad's II., die den IV. Band der Kaiserurkunden füllen werden, ist die Sammlung des Materials durch den Herrn Leiter unter Mitwirkung der HH. Drr. Hessel und Wibel abgeschlossen und die Bearbeitung ziemlich weit vorgeschritten. Wenn nicht unerwartete Hindernisse eintreten, hofft Hr. Prof. Bresslau zu Ende dieses oder zu Anfang des nächsten Geschäftsjahres mit dem Druck anfangen zu können. Für die Diplome Heinrich's III. sind die Bestände der auswärtigen Archive gleichfalls gesammelt, nur eine kurze Reise zum Besuche einiger österreichischer und schweizerischer Archive wird noch erforderlich sein. Den V. Band, der die Diplome Heinrich's III. bringen soll, denkt Hr. Prof. Bresslau nicht mehr selbst zu bearbeiten.

Die Verhandlungen mit Hrn. Oberregierungsrath Dr. Posse zu Dresden über die durch ihn zu veranstaltende Publication der von ihm gesammelten Kaisersiegel, welche jetzt dem Germanischen Museum zu Nürnberg gehören, haben zu keinem Ergebniss geführt. Es werden jetzt den Schlussbänden der einzelnen Serien der *Diplomata* die zu ihnen gehörigen Siegeltafeln beigegeben werden.

In der Abtheilung *Epistolae* hatte deren Leiter, Hr. Geheimer Oberregierungsrath Dümmler, die erste Hälfte des VI. Bandes, die er ganz selbst bearbeitete, wenige Monate vor seinem Tode im Druck beendigt und ausgeben lassen. Bei deren Correctur unterstützte ihn Hr. Prof. Traube mit sachverständigem Rath. Nach Hrn. Dümmler's Tode wurde die

Leitung dieser Abtheilung durch den permanenten Berliner Ausschuss provisorisch Hrn. Prof. Tangl übertragen; diese Übertragung ist durch die Centraldirection jetzt bis auf Weiteres bestätigt. Am 1. September 1902 war Hr. Dr. Schneider als Mitarbeiter der Abtheilung eingetreten, schon berufen von Hrn. Dümmler, der ihm die Bearbeitung der Briefe des Papstes Nicolaus I. zugewiesen hatte. Um die Sammlung des Materials für diese zu vervollständigen, machte er im Herbste des Vorjahres eine Reise nach Rom, wo ihm, wie allen unsern Mitarbeitern, der Herr Präfect der Vaticana, Fr. Ehrle, auf das freundlichste entgegenkam, ihn mit Rath und That unterstützend. Nach seiner Rückkehr hat er die Verarbeitung begonnen und wird sie im Laufe dieses Rechnungsjahres zu Ende führen können. Der zweite Halbband des VI. Bandes wird fast ausschliesslich die Nicolaus-Briefe enthalten. Mit zwei weiteren Bänden, von denen der VII. das Register Johann's VIII. und die übrigen Papstbriefe, der VIII. die Briefe Hincmar's und *Varia* bringen soll, werden die Briefe des IX. Jahrhunderts abgeschlossen werden können.

Für die Abtheilung *Antiquitates*, die Hr. Prof. Traube leitet, hat Hr. Dr. von Winterfeld das Manuscript für die zweite Hälfte des IV. Bandes der *Poetae* zum grossen Theil druckfertig gestellt. Für die Ergänzung von Collationen für die metrischen Heiligenleben und namentlich für die grosse Sequenzensammlung, welche der V. Band enthalten soll, ist noch eine Reise nach Österreich-Ungarn und nach einigen Orten Süddeutschlands und der Schweiz erforderlich, welche der Herr Bearbeiter demnächst antritt.

Von den *Necrologia* wird das Schlussheft des II. Bandes, welches die Register, bearbeitet von Hrn. Prof. Herzberg-Fränkel, enthält, demnächst erscheinen. Es ist nur noch ein Index donationum beizugeben. Die erste Hälfte des III. Bandes, der die Nekrologien der Diöcesen Brixen, Freising und Regensburg bringen soll, hat der Director des Königl. Bayerischen Reichsarchivs, Hr. Dr. Baumann, so weit gefördert, dass der Druck noch in diesem Jahre beginnen wird. Die Nekrologien der Diöcese Passau nahm Hr. Dr. Fastlinger in Angriff, bearbeitete das des Klosters Aldersbach und begann das Fürstenzeller; das von Oberaltaich fand er, von Hrn. Director Dr. Baumann bearbeitet, druckreif vor.

Vom XXVIII. Bande des *Neuen Archivs* konnten nur zwei (statt drei) Hefte ausgegeben werden, da es an brauchbarem Manuscript fehlte, während sonst eher Überfülle des Stoffes zu herrschen pflegte. Nach Abschluss des XXVIII. Bandes denkt Hr. Prof. Bresslau die Redaction des Neuen Archivs niederzulegen. Bis auf Weiteres wird sie Hr. Prof. Steinmeyer zu Erlangen unter Mitwirkung des Berliner Redactionsausschusses übernehmen.

Wenn trotz der schweren Störung, die durch das Hinscheiden des Vorsitzenden verursacht ist, die Arbeiten auf den meisten Gebieten wenigstens rüstig vorgeschritten sind, so verdanken wir das nächst der Förderung durch die hohen Reichsbehörden nicht zum mindesten der Bereitwilligkeit, mit der sehr viele Bibliotheken des In- und Auslandes und Archive den Mitwirkenden in diesem Jahre wie früher ihre Schätze zur Benutzung überliessen, und der Mithülfe vieler schon genannter aussen stehender Männer. Diesen reiht sich noch Hr. Prof. Edward Schroeder zu Göttingen an, der einer nicht geringen Zahl unserer Mitarbeiter mit steter Zuvorkommenheit seinen sachkundigen Rath in germanistischen Fragen ertheilt hat. Ihnen allen sei hier unser Dank ausgesprochen.

Ausgegeben am 14. Mai.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

XXVI. XXVII.

14. Mai 1903.

MIT TAFEL I

BERLIN 1903.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER

Auszug aus dem Reglement für die Redaction der Sitzungsberichte.

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung. Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten.

§ 6.

1. Für die Aufnahme einer wissenschaftlichen Mittheilung in die Sitzungsberichte gelten neben § 41, 2 der Statuten und § 28 dieses Reglements die folgenden besonderen Bestimmungen.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stöcke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

1. Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden.

2. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies nach den geltenden Rechtsregeln zusteht, [illegible]

[illegible]

1. Der [illegible] Mittheilungen [illegible]

[illegible]

Die Akademie versendet ihre Sitzungsberichte [illegible] wofern nicht im besonderen Falle anderes [illegible]
die Stücke von Januar bis April [illegible]
„ Mai bis Juli [illegible]
„ October bis December [illegible]

1903.
XXVI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

14. Mai. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

1. Hr. Warburg las über eine von ihm zusammen mit Hrn. Arthur W. Gray, Whiting Fellow in Physics of the University of California, ausgeführte Untersuchung über die Ozonisirung des Sauerstoffs durch stille elektrische Entladungen. (Erscheint später.)

Die Ozonmenge pro Coulomb Leitungsstrom durch das Gas wurde in einem Siemens'schen Ozonisirungsapparat zwischen 9000 und 12000 Volt Spannung nahezu unabhängig von der Spannung gefunden und zwar im Mittel gleich 0.26 gr in 92 procentigem trockenen Sauerstoff.

2. Hr. Planck machte eine Mittheilung: Metalloptik und Maxwell'sche Theorie.

Kurze Besprechung der neuerdings von Hrn. E. Cohn in Strassburg unter dem vorstehenden Titel der Akademie übersandten Mittheilung.

Metalloptik und Maxwell'sche Theorie.

Von Max Planck.

Die von mir kürzlich für die Reflexion langwelligen Lichtes an einer Metalloberfläche abgeleitete einfache Formel, welche die Messungsresultate der HH. E. Hagen und H. Rubens mit befriedigender Genauigkeit wiedergibt[1], ist neuerdings von Hrn. E. Cohn in einer Mittheilung an die Akademie unter dem vorstehenden Titel[2] durch die Annahme verallgemeinert worden, dass sowohl die Luft als auch das Metall besondere Constanten für Dielektricität und Permeabilität besitzen. Da die verallgemeinerte Formel aus den Maxwell'schen Grundgleichungen mittelst der nämlichen bekannten elementaren Operationen hervorgeht wie die einfache, so bietet sie sich der Berechnung unmittelbar dar, und ich bin von ihrer Veröffentlichung nur durch den Umstand abgehalten worden, dass, wie ich inzwischen erfuhr, sich die nämliche Ableitung im Wesentlichen schon in dem 1894 erschienenen Lehrbuch der Physik des Aethers von Hrn. P. Drude vorfindet (S. 574), dem daher in dieser ganzen Sache die volle Priorität zukommt.[3] Es ist selbstverständlich, dass man die Ergebnisse der Messungen mittelst der allgemeinen Formel, welche für nicht zu lange Wellen noch zwei von der Natur des Metalls abhängige Constanten mehr enthält, mindestens ebenso gut darstellen kann wie durch die einfachere. Wenn aber Hr. E. Cohn, dessen Meinung in diesen Fragen mit Recht besondere Beachtung beanspruchen darf, in einem besonderen Abschnitt hervorhebt, dass er in meinen Ausgangsgleichungen einen Ausdruck der Maxwell-schen Theorie nicht erkennen kann, so muss ich demgegenüber die umgekehrte Erklärung abgeben, dass ich jene Gleichungen nicht nur für einen Ausdruck der Maxwell'schen Theorie, sondern sogar für den einfachsten Ausdruck dieser Theorie ansehe, der sich für den vorliegenden Fall überhaupt ausdenken lässt. Denn die Maxwell'sche Theorie als solche lässt die Wahl der darin auftretenden dielektrischen

[1] Diese Berichte, Sitzung vom 5. März und vom 2. April 1903.

[2] Diese Berichte, Sitzung vom 16. April. Abgedruckt S. 538 ff.

[3] Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, Sitzung vom 3. April 1903. Sitzungsbericht der Akademie der Wissenschaften vom 2. April 1903.

und magnetischen Constanten eines Metalls von vorneherein ganz offen. Und gerade der Umstand, dass man zur befriedigenden Wiedergabe der Beobachtungsresultate in weitem Umfange, sogar dem absoluten Betrage nach, der Annahme specifisch verschiedener durch den Einfluss der Moleküle bedingter Materialconstanten[1], ausser der galvanischen Leitfähigkeit, keineswegs bedarf, sondern dass man für alle Metalle (ausser Wismuth) mit der Dielektricitätsconstanten und der magnetischen Permeabilität des Vacuums auskommt, bildet nach meiner Auffassung die wichtigste Seite der theoretischen Formel, durch deren Vermittelung die Messungen der HH. E. Hagen und H. Rubens den Grund zu einer neuen mächtigen Stütze der Maxwell'schen elektromagnetischen Lichttheorie gelegt haben, welche um so imponirender wirkt, je weniger man die Möglichkeit ihrer Errichtung gerade auf diesem Boden in Aussicht genommen hatte. Dass ich auf diesen Punkt das Hauptgewicht lege, glaube ich in der Einleitung zu meiner kurzen Notiz hinlänglich klar ausgesprochen zu haben, während ich dagegen auf die weitere, von Hrn. E. Cohn in den Vordergrund gestellte Frage, welche Folgerungen man umgekehrt aus den Messungsergebnissen auf die dielektrischen und die magnetischen Eigenschaften der Metalle ziehen kann, überhaupt gar nicht eingegangen bin. Hierzu bedarf es selbstverständlich in erster Linie der Heranziehung der allgemeineren Formel, mit deren Hülfe man vielleicht hoffen darf, noch etwas weiter in das Gebiet der kürzeren Wellen vorzudringen. Doch möchte ich schon jetzt mit der Vermuthung nicht zurückhalten, dass, entsprechend den namentlich von Hrn. H. A. Lorentz entwickelten Anschauungen, eine besondere, von der Schwingungszahl gänzlich unabhängige Dielektricitätsconstante für Metalle ebenso wenig existiren dürfte wie für nichtleitende Substanzen, bei denen bekanntlich die sogenannte Dielektricitätsconstante nur für hinreichend langsame Schwingungen, bez. für Gleichgewichtszustände, Bedeutung besitzt. Ähnlich wird es sich in dieser Hinsicht wohl auch mit der magnetischen Permeabilität der Metalle verhalten.

---

[1] Die Dielektricitätsconstante eines Metalls müsste allerdings ungeheuer gross sein, wenn sie noch einen Einfluss auf das Reflexionsvermögen ausüben sollte.

Untersuchungen über die Tier- und Pflanzenwelt sowie über die Bodensedimente des Nordatlantischen Ozeans zwischen dem 38. und 50. Grade nördl. Breite.

Von Dr. H. Lohmann
in Kiel.

(Vorgelegt von Hrn. Möbius am 30. April [s. oben S. 479].)

Hierzu Taf. I.

Der Königlichen Akademie der Wissenschaften, mit deren Unterstützung ich in den Monaten Mai bis Juli des vorigen Jahres an einer Lotungsfahrt der Norddeutschen Seekabelwerke in Nordenham nach den Azoren und New York auf dem Kabeldampfer »von Podbielski« und zurück teilnahm, um während der Reise biologische Untersuchungen anzustellen, erstatte ich den folgenden Bericht über die Ergebnisse meiner Beobachtungen.

Von seiten der Gesellschaft, ganz besonders von den HH. Direktor Diederichs und Kapitän Gerstung sowie von dem Ingenieur Hrn. Forde und dem 1. Offizier Hrn. Cornelius fand ich die weitgehendste, dankbar anzuerkennende Unterstützung. Der für diese Fahrt sonst nicht gebrauchte Prüfungsraum war mir vollständig zur Verfügung gestellt, und die elektrische Beleuchtung desselben erlaubte dort jederzeit ungestört zu mikroskopieren. Für Hülfeleistung beim Fischen stand mir stets ein Matrose zu Diensten. Mehrere Male wurde ein Boot ausgesetzt, um auf Orthagoriskus oder Auftrieb zu fahnden.

Zu großem Danke bin ich auch der Kommission zur Untersuchung der deutschen Meere und dem Direktor des Zoologischen Instituts in Kiel, Hrn. Prof. Brandt, verpflichtet, welche mir Bücher und Apparate für die Reise liehen und überhaupt in jeder Weise durch Rat und Tat mir behülflich waren.

Die Untersuchungen zerfielen naturgemäß in zwei Gruppen: in die der Organismen der Meeresoberfläche und in die der Meeressedimente. Abgesehen von täglichen Beobachtungen über die von Bord aus er-

kennbaren Meerestiere wurde so oft wie möglich Oberflächenwasser geschöpft und durch schweren dichten Seidentaffet filtriert, um den Rückstand sofort frisch auf kleinste Protisten zu untersuchen. Daneben wurden quantitative Fänge sowohl mit dem mittlern Planktonnetze wie mit Filtern aus dichtem Zeuge und gehärtetem Papier ausgeführt und in Alkohol und Formol konserviert. Außerdem wurden sämtliche (etwa 250) Bodenproben sofort mikroskopisch untersucht und ihre Beschaffenheit festgestellt, sowie das Material für spätere physikalische und chemische Untersuchungen, in Filtrierpapier eingeschlagen, staubfrei getrocknet. Besonderer Wert wurde auf die Erhaltung der ursprünglichen Lagerung der Teile gelegt, so daß die obersten und untersten Schichten der Sedimente auch nachträglich zu erkennen sind. Auch wurden Proben in starkem Alkohol konserviert und mit Rhumbler'scher Methylgrün-Eosin-Lösung gefärbt, um sie auf Reste von Organismen, die bei der Konservierung gelebt haben könnten, zu prüfen (vergl. Zoolog. Anzeiger, Bd. 16, S. 47 und 57).

Leider konnten zwei andere Untersuchungen, auf die bei dem Antritt der Reise große Hoffnung gesetzt war, besonderer Verhältnisse halber dießmal nicht ausgeführt werden, nämlich die Untersuchung der oberflächlichsten Schlammschicht des Meeresbodens auf lebende mikroskopische Organismen und die von Hrn. Prof. Brandt gewünschte Anlage von Bakterienkulturen aus den Sedimenten sowohl wie aus dem Meerwasser. Es erwiesen sich nämlich die Bakterien-Nährflüssigkeiten, die mir mitgegeben waren, als ungenügend sterilisiert, so daß sie verdorben waren, als sie verwendet werden sollten. Da wir ferner viel schlechtes Wetter und infolge davon recht starke Verluste an Draht während der Lotungen hatten, so konnte die große, von der Kommission mir gütigst mitgegebene Buchanan'sche Schlammsonde nur einmal kurz vor Beendigung der Lotungen zur Anwendung kommen; die kleine Lotröhre aber, die von der Gesellschaft verwendet wurde (von Hrn. Forde abgebildet in den Annalen der Hydrographie, November 1902, S. 517, Fig. *A*), brachte gerade die oberste, noch wässerige Schicht der Sedimente nicht mit herauf, da das obere Ende sich nicht fest schloß und der Schlamm schon beim Einstoßen der Röhre in den Meeresboden oben herausquoll und nur die bereits festen, tieferen Lagen die Röhren ausfüllten.

Wenn dennoch die Fahrt, wie ich zu zeigen hoffe, nicht ohne interessante wissenschaftliche Ergebnisse geblieben ist, so geht daraus sicher hervor, wie verdienstvoll der Gedanke der Norddeutschen Seekabelwerke war, auf ihrer Lotungsfahrt Gelegenheit zur Ausführung wissenschaftlicher Untersuchungen zu geben, und daß derartige Reisen sich auch für die Zukunft mit Erfolg werden ausnutzen lassen.

I. Das Leben an der Oberfläche des Meeres.

Man kann die Organismen, welche die Oberfläche des Meeres bevölkern, zweckmäßig in die Formen des Auftriebs oder Planktons und in die Wirbeltiere sondern. Zwar ist diese Scheidung keine strenge, denn die schwimmenden Eier und die ersten Jugendstadien vieler Fische gehören noch zum Auftrieb, und auch einzelne erwachsene Fische, wie die Seenadeln und vielleicht selbst Orthagoriskus, können ihm zugezählt werden. Im allgemeinen aber stehen beide Gruppen gesondert nebeneinander.

Da im Verhalten des Auftriebs der Charakter eines Meeresabschnittes am deutlichsten zum Ausdruck kommt, stelle ich meine Beobachtungen über das Plankton voran.

1. Das Verhalten des Auftriebs.

a) Vorkommen großer, von Bord aus zu beobachtender Organismen.

Meine täglichen Beobachtungen über die großen, vom Schiff aus wahrnehmbaren Auftriebtiere zeigen eine durchaus gesetzmäßige Verteilung derselben in dem durchfahrenen Gebiete. Es trat dieß um so mehr hervor, als wir auf der Rückfahrt im Juni und Juli denselben Weg nahmen, wie auf der Ausreise im Mai und Anfang Juni, und das Vorkommen dieser Formen beide Male annähernd dasselbe war. Gleichzeitig stellte sich allerdings heraus, daß in der Zwischenzeit Hand in Hand mit einer Änderung der physikalischen Verhältnisse auch ein Wechsel in der Individuen- und Artenzahl eingetreten war und der Einfluß der Jahreszeiten sich bemerkbar machte.

Sehr deutlich ließen sich, wenn man von dem durch Aurelien und Cyaneen sowie treibende Algen charakterisierten Gebieten der Flachsee absieht, und nur die jenseits des Kontinentalrandes liegende Hochsee in Betracht zieht, drei Abschnitte mit verschiedener Bevölkerung erkennen: 1. das westliche Gebiet mit Physalien und treibendem Golfkraut, 2. das östliche Gebiet bis etwa zum 20. Längengrade mit zahlreichen Pelagien und sehr großen Exemplaren der *Salpa scutigera-confoederata* Cuvier-Forsk., deren leuchtend roter Nucleus sich prachtvoll aus dem tiefblauen Wasser abhob, und 3. das Gebiet zwischen der vorigen Region und der europäischen Küste, das sich durch den fast völligen Mangel größerer Auftrieborganismen sehr auffällig von beiden anderen Gebieten unterschied. Auf den beigefügten beiden Karten treten diese Regionen ohne weiteres hervor. Sie mögen zunächst als das Gebiet des Golfkrautes, der Pelagien und Salpen und als das arme Gebiet bezeichnet werden.

45°

40°

I.

45°

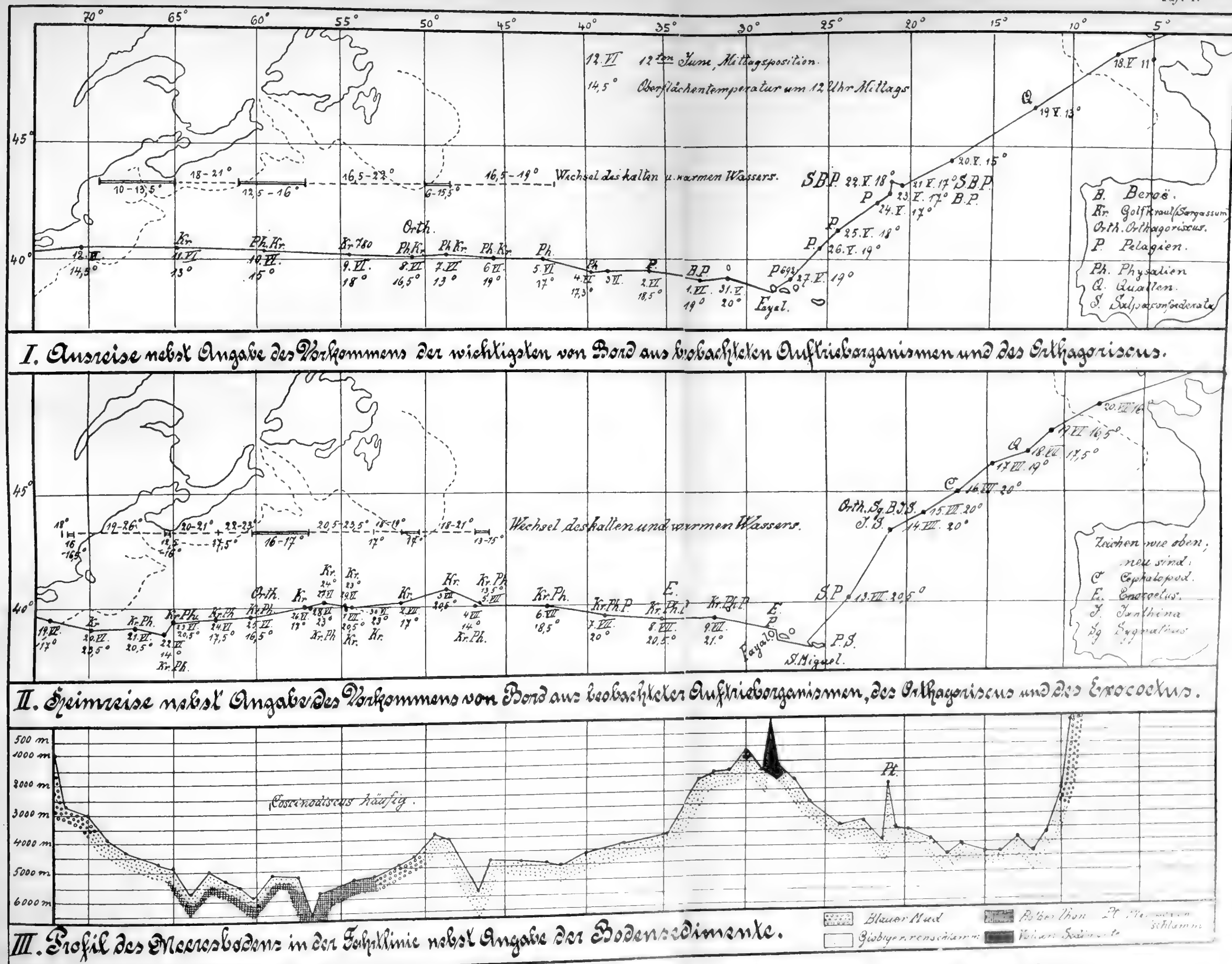
40°

II.

500 m
1000 m
2000 m
3000 m
4000 m
5000 m
6000 m

III.





H. Lohmann: Untersuchungen über die Tier- und Pflanzenwelt sowie über die Bodensedimente des Nordatlantischen Ozeans zwischen dem 38. und 50. Grade nördl. Breite.



Das Gebiet des Golfkrautes und der Physalien.

Auf der Ausreise trafen wir die ersten Physalien unter 39° westl. Länge, während sich das Golfkraut erst 7° weiter westlich einstellte. Weder die Physalien noch auch im allgemeinen das Sargassum waren sehr häufig. Von den ersteren wurden im Maximum nur 4 in 1 Stunde vom Bug aus bei fahrendem Schiffe vorbeitreiben gesehen. Für das Sargassum waren etwa 50 Büschel pro Stunde das Gewöhnliche, nur einmal (54° westl. Länge) wurden nahezu 800 Pflanzen gezählt (9. VI.): dieselben waren in langen Streifen, die rechtwinkelig zu den Wellenkämmen verliefen, angeordnet.

Während der Rückfahrt war das Golfkraut sehr viel häufiger und auch die Physalien hatten augenscheinlich etwas zugenommen. Wiederholt wurden über 300 Pflanzen pro Stunde beobachtet, wobei deutlich eine allmähliche Abnahme der Häufigkeit nach Osten hin zu erkennen war, obwohl das Vorkommen von Tag zu Tag ein sehr wechselndes war und krautarme und krautreiche Strecken ohne erkennbare Ursachen miteinander wechselten. So waren zwischen 70° und und 60° westl. Länge 1250 Pflanzen, zwischen 60° und 50° westl. Länge 600 Bündel und zwischen 50° und 40° westl. Länge 500 Pflanzen die Maximalzahl; zwischen 40° und 30° wurden nur noch 2 Exemplare pro Stunde gesehen. Die letzten Pflanzen kamen unter 34° westl. Länge zur Beobachtung. Wie auf der Ausreise giengen auch jetzt die Physalien wieder weiter nach Osten (bis etwa 31° westl. Länge) als das Sargassum. Mehr als 16 Physalien pro Stunde sind von mir nicht gesehen worden.

Die Ostgrenze dieses Gebietes lag Anfang Juni (4.–6. VI.) bei 39 bez. 46° westl. Länge, Anfang Juli (8.–9. VII.) dagegen bei 31° bez. 34° westl. Länge; sie hatte sich also um etwa 10° weiter nach Osten vorgeschoben.

Das Gebiet der Pelagien und Salpen.

Am 21. Mai bei etwa 21° westl. Länge traten wir zuerst auf der Ausreise in dieses reich bevölkerte Gebiet ein. Pelagien und *Salpa confoederata*, außerdem Ctenophoren waren häufig; aber nur die Pelagien blieben bis zu den Azoren und darüber hinaus unsere Begleiter, während Salpen und Beroë auf die nächste Umgebung des 21. Grades beschränkt waren. Leider wurden von diesen Tieren keine Zählungen ausgeführt; doch war ihr Vorkommen kein sehr dichtes. Von den Pelagien hingegen wurden im Maximum bei etwa 26° westl. Länge nahezu 700 Stück pro Stunde beobachtet; zwischen den Azoren waren sie hier und da in langen Streifen angeordnet. Westlich von den Inseln waren

sie bis zum 36. Grade westl. Länge hin unsere Begleiter; hier stellten sich auch wieder Beroë und Salpen (aber nicht *S. confoederata*) in großer Zahl ein.

Auf der Rückreise traten im Westen die ersten Pelagien bereits auf, als noch Physalien und das letzte spärliche Golfkraut auf dem Meere trieben (7. VII., etwa 38° westl. Länge). Bis zu den Azoren blieben die Pelagien, deren Zahl sehr zurückgegangen war (53 im Maximum pro Stunde), die einzigen großen Auftriebformen; schon an der Südküste von San Miguel trat indessen die erste große *Salpa confoederata* auf, und während die Pelagien nördlich der Inseln bald ganz schwanden, blieben die Salpen bis zur Nordgrenze des Gebietes zahlreich. Seit der Ausreise hatten dieselben sich also sehr viel weiter ausgebreitet, und gleichzeitig hatten sie sehr bedeutend an Individuenzahl zugenommen. An drei auf einander folgenden Tagen (13.–15. VII.) zählte ich 222, 206 und 832 Individuen pro Stunde. Bei etwa 19° westl. Länge, als die Häufigkeit der großen Salpen ihr Maximum erreicht hatte, gesellten sich zu ihnen noch Beroë (2), Janthinen (2–38) und Seenadeln (2–48 pro Stunde). Am Morgen des 15. Juli zwischen 9 und 10 Uhr waren die Salpen und Janthinen am häufigsten, am Nachmittag um 5 Uhr wurden nur noch 54 Salpen, 2 Janthinen und 2 Fischchen beobachtet, und am nächsten Morgen waren alle großen Auftriebtiere geschwunden. Wir waren in das arme Gebiet eingetreten.

In der Zeit von Ende Mai bis zur ersten Hälfte des Juli war also in diesem Gebiete eine nicht unbedeutende Änderung im Auftrieb eingetreten. Während die Pelagien erheblich an Zahl zurückgegangen waren und weiter nach dem Süden und Westen sich ausgedehnt hatten, war *Salpa confoederata*, die im Mai auf die Nordgrenze beschränkt blieb, bis zu den Azoren hin in sehr großer Zahl verbreitet. Zugleich aber traten wiederum an der Nordgrenze neue, im Mai dort nicht beobachtete Formen wie *Janthina* und *Sygnathus* auf. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß weiterhin im Jahre auch diese Organismen sich in größerer Zahl nach den Azoren hin ausbreiten.

Das arme Gebiet.

Abgesehen von einigen Quallen, die zwischen dem 11. und 14. Längengrade im Mai (19. V.) und Juli (18. VII.) gesehen, aber nicht genauer bestimmt werden konnten, und einem Cephalopoden von etwa 20^{cm} Länge (im Schwimmen mit nachschleppenden Armen), der bei 17° Länge am Vormittage gesehen wurde, aber wohl kaum noch zu den echten Auftriebtieren gerechnet werden kann, kamen keine pelagischen Wesen zur Beobachtung, trotzdem die Meeresfläche oft und in der gleichen Weise wie im übrigen Teile der Reise gemustert wurde.

Welche Bedeutung hat nun diese auffällige Verteilung der großen Auftriebformen in dem durchfahrenen Gebiete und der Wechsel im Auftreten der Organismen, wie er zwischen Aus- und Heimreise sich bemerkbar machte? Daß beides nur der Ausdruck der allgemeinen hydrographischen und biologischen Verhältnisse dieses Teils des Atlantischen Ozeans sein kann und von vorübergehenden zufälligen Erscheinungen, wie sie etwa in Wind und Wetter und Tageszeit zum Ausdruck kommen, ganz unabhängig ist, geht aus dem Umfange der durch die Auftriebformen charakterisierten Gebiete, ihrer Konstanz während mehrerer Wochen und aus der Gesetzmäßigkeit des während dieses Zeitraumes eingetretenen Wechsels mit Notwendigkeit hervor. Da ferner das gesamte Beobachtungsgebiet in den Bereich des Golfstromes fällt, so muß in den Existenzbedingungen dieser Meeresströmung die Erklärung zu finden sein, und jene drei Gebiete müssen verschiedenen Abschnitten des Golfstromes entsprechen.

Es scheint mir nun nicht schwer, diese Abschnitte zu erkennen, wenn auch die Richtigkeit dieser Ansicht nicht streng zu beweisen ist, da die Beobachtungen noch zu vereinzelt sind. Das Gebiet des Golfkrautes und der Physalien dürfte mit dem westlichen Abschnitte des Golfstromes vor seiner Auflösung in einzelne nach Nordosten und Osten sich ausbreitende Äste und mit den innersten, direkt in die Sargassosee einmündenden südlichen Abzweigungen zusammenfallen, während das Gebiet der Pelagien und Salpen demjenigen Teile entspricht, welcher, in östlicher Richtung auf Europa zufließend, schließlich etwa in der Länge der Azoren nach Südosten, Süden und Südwesten umbiegt, um in den Kanarienstrom überzugehen. Das arme Gebiet endlich entstammt dem Außenrande des Golfstromes und ist daher nicht nur südlich und südöstlich der Neufundlandbank in viel intensiverer Weise als das übrige Golfstromwasser mit kaltem polaren Wasser des Labradorstromes durchmischt, sondern ist auch weiter östlich in höhere Breiten hinaufgeführt und dabei noch wieder abgekühlt. In ihm muß also eine viel umfangreichere Auslese aller empfindlichen Warmwasserorganismen eingetreten und die Entwickelung der überlebenden widerstandsfähigen Formen aufgehalten sein, so daß seine Bevölkerung hinter derjenigen des übrigen Golfstromes immer um einen gewissen Zeitraum zurückbleiben muß. Es ist also nicht ausgeschlossen, daß später im Jahre sich zahlreiche große Auftriebtiere einstellen und dieß vom Mai bis Juli so arme Gebiet dann reich bevölkert erscheint. Nach Krümmel strömt dieses Wasser direkt auf die französische Küste und auf den Kanaleingang zu.

Ist so die allgemeine Verteilung aus den Strömungsverhältnissen verständlich, so bieten sich im einzelnen noch manche Schwierigkeiten.

Der eigentliche Golfstrom, der von Amerikas Küste nach Osten abbiegt, läuft sich nach Krümmel in etwa 40° westl. Länge tot, so daß der weitere Transport des Wassers nach Osten durch den Wind besorgt wird (Der Ozean, S. 256). Da nun auf der Ausreise die Stromstärke im Westen sehr viel kleiner war als auf der Rückreise (20 Seemeilen im Maximum gegenüber 57), so erklärt sich das weitere Vordringen des Golfkrautes und der Physalien nach Osten im Juni hieraus sehr einfach.

Eigentümlich ist dagegen die scharfe Grenze zwischen den beiden östlichen Gebieten und vor allem die Konzentrierung der verschiedenen Arten von Auftriebformen auf den nördlichen Rand des Pelagien- und und Salpengebietes. Es macht ganz den Eindruck, als ob hier in der Gegend von 20° westl. Länge eine Schwarmbildung begünstigt würde, so daß Tiere, die im übrigen Gebiete nur erst spärlich auftreten, hier zuerst wahrgenommen werden. Schütt hat als Erster am Material der Planktonexpedition nachgewiesen, daß da, wo Ströme verschiedener Richtung einander berühren, solche Verdichtungen des gesamten Auftriebes sich einstellen. Hier ist aber eine derartige Ursache nicht wahrnehmbar. Auf der Hinfahrt hatten wir allerdings in dem armen Gebiete eine von Norden nach Süden zwar abnehmende, aber starke Stromversetzung von 23, 21 und 9 Seemeilen, während vom 20. Längengrade ab nur solche von 3.9—9.4 beobachtet wurden; und gerade am 21. und 22. Mai war der Strom am schwächsten und zeigte einen auffälligen Wechsel der Richtung. Auf der Rückkehr wiederholte sich insofern eine ähnliche Erscheinung, als das Maximum im Auftreten der Oberflächentiere in ein Gebiet des schwächsten Stromes fiel (3.3 Seemeilen), während südlich davon, wo nur Salpen und Pelagien in geringer oder doch sehr viel kleinerer Zahl als nachher auftraten, die Stromversetzungen 10 und 13.2 Seemeilen betrugen. Hiernach scheint es also, daß die Ansammlung der großen Auftriebformen in diesem Gebiete an Stellen gebunden ist, wo durch irgend welche Ursachen die Strömung auf ein Minimum reduziert und also offenbar gehemmt war. Apstein hat die sehr wichtige Unterscheidung zwischen »Schwarm« und »Produktion« gemacht (Salpen der Planktonexpedition, 1894, S. 56) und unter ersterm nur die »nach Zeit und Ort regellose Anhäufung einer Organismenart«, unter letzterer »das nach Ort und Zeit regelmäßig vorhandene oder wiederkehrende zahlreiche Vorkommen einer Organismenart« verstanden. Mir scheint es richtiger, weniger Wert auf das zeitliche und örtliche Verhalten als auf die Ursachen zu legen, und unter Schwarm die nur durch äußere physikalische Faktoren (Wind, Strömungen) hervorgerufenen Ansammlungen, unter Produktion aber die durch gesteigerte Vermehrung bedingte Ansammlung zu verstehen. Die Produktionen entsprechen dann, was ja entschieden

auch Apsteins Ansicht ist, den Kulminationen oder Hochzeiten einer Art in einem abgeschlossenen Meeresteile oder einem Süßwasserbecken, die Schwärme den von der offenen See in die Buchten hineingetriebenen Scharen fremder Tiere. Auf hoher See werden vielfach, da im allgemeinen die Strömungsverhältnisse und in weiten Gebieten auch die Windverhältnisse konstante sind, sowohl die Schwärme wie die Produktionen zeitlich und lokal bestimmt sein, und gerade der vorliegende Fall zeigt die Schwierigkeit einer Unterscheidung deutlich. Im Mai traten die Salpen zuerst nur an der Nordgrenze auf; bis Mitte Juli verbreiteten sie sich dann, während ihr Maximum unverändert an der Nordgrenze liegen blieb, bis zu den Azoren nach Süden. Da das Wasser hier nicht still steht, sondern fortgesetzt weiter südwärts fließt, so müssen in der Zwischenzeit immer neue Wassermassen von Westen her nach dem 20. Grade geführt sein, die stets eine große Zahl der Salpen enthalten haben, später aber auch einige Janthinen mitführten. Daß daher das zahlreiche Auftreten der großen *Salpa confoederata* und späterhin der Veilchenschnecke eine zufällige, zeitlich und örtlich ungebundene und daher auch nicht regelmäßig wiederkehrende Erscheinung sein sollte, ist sehr unwahrscheinlich. Im Oktober, als die National dasselbe Gebiet des Golfstromes durchfuhr, fehlten beide Tiere in ihm ganz sicher. Die Zunahme der Verbreitung und der Individuenzahl, die vom Mai bis Juli eingetreten war, zeigt ferner, daß die Salpe zu dieser Zeit in einer Periode gesteigerter Produktion sich befand, während die Lokalisierung der maximalen Häufigkeit auf die Stellen des schwächsten Stromes auf eine Zusammenscharung an der Nordgrenze hinweist. So haben hier wahrscheinlich Steigerung der Zeugung und Strömungshemmung zusammengewirkt.

Obwohl die Salpen von allen großen Auftriebtieren am zahlreichsten vorkommen, war ihr Auftreten doch kein im strengen Sinne schwarmweises zu nennen, denn auch zur Zeit der größten Häufigkeit trieben die Tiere doch noch in einem durchschnittlichen Abstande von etwa 25^{m}. Eigentliche Tierschwärme wurden also auf der Kabelfahrt überhaupt nicht angetroffen.

Abgesehen von der scharfen Unterscheidung der drei Golfstromabschnitte nach dem Auftreten der großen Auftriebtiere ist der Nachweis eines ausgesprochenen jahreszeitlichen Wechsels jedenfalls von bedeutendem Interesse. Hatte die Planktonexpedition Ende Oktober weder Janthinen noch *Salpa confoederata* in diesem Teile des Golfstromes gefunden, so traf sie doch einzelne Individuen der letzteren Art weiter nördlich vor dem Kanal. Die Salpe kommt dann also auch in dem nördlichen Ausläufer des Golfstromes vor, in dem sie vom Mai bis Juli fehlt.

Dieser jahreszeitliche Wechsel ist aus dem Wechsel der Existenzbedingungen verständlich, dem der Auftrieb des großen nordäquatorialen Stromzirkels während eines vollen Kreislaufes unterworfen ist. Nur das zentrale, die Halostase umschließende Wasser zeigt nahezu konstant bleibende Verhältnisse, je näher aber dem Außenrande des Stromzirkels eine Wassermasse sich bewegt, um so stärker werden die Differenzen. Im Süden wird es stark erwärmt und erhält äquatoriales Wasser beigemischt, im Norden kühlt es sich erheblich ab und wird von polarem Wasser durchsetzt, im Osten und Westen tritt es in nahe Beziehung zu den Küsten der Kontinente. Würde man demnach in der Lage sein, mit dem Wasser einen solchen Kreislauf auszuführen und während der Reise von Tag zu Tag den Auftrieb zu untersuchen, so würde sich unfehlbar ein ganz gesetzmäßiger bei jedem Umlauf periodisch wiederkehrender Wechsel herausstellen, indem im Süden andere Formen kulminierten als im Norden, im Osten und Westen Küstenelemente hinzukämen, die später wieder schwänden usw. Dieser Wechsel wäre nur lokal bedingt; dieselbe Stelle des Zirkels würde zunächst immer eine gleiche Änderung hervorrufen. Aber hierzu kommt nun noch ein jahreszeitlicher Wechsel, der in erster Linie durch die Verschiedenheit der Existenzbedingungen bedingt wird, dem das Plankton je nach der Jahreszeit an dem Orte der ungünstigsten Verhältnisse unterworfen ist. Für den nordäquatorialen Stromzirkel ist das aber diejenige Stelle, wo das polare Labradorstromwasser im Süden der Neufundlandbank sich ihm beimischt. Als unser Schiff im Juni diese Gegend passierte, war die Wirkung dieses kalten Wassers selbst noch auf dem 40. Grade nördl. Breite eine sehr starke. Auf der Ausreise im Anfang des Monats trafen wir einmal kaltes Wasser von nur 6° C. (etwa 48° Länge), zweimal von 12°5–13°0 C. und einmal von 16° C. zwischen dem warmen, unvermischten Golfstromwasser von 18°–22° C. Am 7. und 8. Juni fuhren wir vom 48°45' bis 50°25' westl. Länge unausgesetzt durch Wasser von 6°–15°5 C., am 10. Juni vom 57°33' bis 61°12' durch solches von 12°5–16°0 C. Auf der Rückfahrt in der zweiten Hälfte des Monats wurde zwar fünfmal kaltes Wasser durchschnitten, aber die Abkühlung war bereits erheblich geringer und erreichte im Maximum nur 12°5; auch war die Ausdehnung des kalten Wassers meist kleiner, nur am 25. Juni, fast in derselben Gegend, wo auch auf der Hinreise das kalte Wasser die größte Ausdehnung zeigte, fuhren wir vom 56°55' bis 60°10' westl. Länge durch 16°–17° kühles Wasser. Das unvermischte Golfstromwasser hatte jetzt 20°–26° C. Schon wenige Wochen hatten demnach genügt, die Temperaturverhältnisse erheblich günstiger zu gestalten; im Hochsommer werden sie daher noch besser, im kältesten Monat aber sehr viel ungünstiger sein. Ver-

gleicht man daher die auf einander folgenden Abschnitte des Stromzirkels, so muß ein jeder derselben schon deshalb ein verschieden zusammengesetztes und verschieden weit entwickeltes Plankton besitzen, weil sie alle zu verschiedener Jahreszeit diesen kritischen Ort passiert haben. So werden die Janthinen und die *Salpa confoederata* denselben im Winter vielleicht nur in den zentral gelegenen Teilen des Zirkels, wo der Einfluß des kalten Wassers abgeschwächt ist oder fehlt, ohne Nachteil überschreiten, und erst mit dem Vorrücken der Jahreszeit wird dieß auch den in den mehr peripher gelegenen Teilen des Stromes lebenden Formen ermöglicht. Dadurch aber muß ihr Auftreten auf der europäischen Seite des Ozeans jahreszeitlich bestimmt werden.

Es dürfte sehr interessant und für das Verständnis der pelagischen Tierwelt des Mittelmeeres von Bedeutung sein, zu untersuchen, ob der jahreszeitliche Wechsel im Auftrieb des nordöstlichen Quadranten des nordäquatorialen Stromzirkels sich auch noch in dem Auftreten der großen Auftriebtiere des westlichen Mittelmeeres wahrnehmen läßt. Allerdings ist die Straße von Gibraltar eine so enge Kommunikation und die Bedeutung der Strömungen im Mittelmeer eine so geringe, daß ein großer Einfluß nicht zu erwarten ist. Im allgemeinen wird das Plankton des Mittelmeeres seinen eigenen und von dem des atlantischen Auftriebs unabhängigen Entwickelungsgang haben.

b) Vorkommen der kleineren, aber noch mit Müllergaze fangbaren Auftriebformen.

Obwohl nur wenige (9) quantitative Züge mit dem mittlern Planktonnetze ausgeführt wurden, da während der Lotungen selbstverständlich nur auf das Gelingen der Lotung geachtet werden konnte und daher das leichte Netz meist von dem Strome stark abgetrieben wurde, und obwohl die genaue Analyse derselben noch aussteht, so ergeben dieselben in Verbindung mit den Untersuchungen lebenden Auftriebs geschöpften Wassers doch schon einige bemerkenswerte Resultate.

Zunächst waren die Volumina des Auftriebs überall nur gering und hielten sich zwischen $0^{ccm}.4$ und $3^{ccm}.2$ (nach 24stündigem Absetzen). Dieses Verhalten stimmt sowohl mit den Befunden der Planktonexpedition überein, die im Westen im August (3. VIII. bei 39 und 40° nördl. Breite, 57° westl. Länge, 200^{m}) $0^{ccm}.3$ und $0^{ccm}.4$ und im Osten im Oktober (28., 29. und 30. X., in 39° Breite, 23°.5 Länge und 41° Breite, 21° Länge, 43°.6 Breite, 17°.9 Länge, 200^{m}) $0^{ccm}.4$, $0^{ccm}.2$ und $1^{ccm}.7$ erhielt[1], wie auch mit den im Mittelmeer in dieser Jahreszeit beob-

[1] Die Angaben der Volumina in den Publikationen der Planktonexpedition gelten für 0.1 Quadratmeter Oberfläche; sie sind daher hier für das mittlere Planktonnetz umgerechnet, indem sie durch 8.7 dividiert wurden. Um für die Netzöffnung dieses

achteten Planktonmengen (9. V. bei Syrakus $4^{ccm}.9$, 75^{m}; 14. VI. bei Messina $0^{ccm}.1$, 200^{m}). Bei der geringen Größe der Werte und ihrer kleinen Zahl können sie uns leider über etwaige jahreszeitliche Änderungen keinen Aufschluß geben. Freilich erscheinen die kleinen Mengen, welche die Plantonexpedition auch im Herbst nordöstlich von den Azoren traf, auf das Fehlen eines Herbstmaximums hinzudeuten. Aber einmal zeigen die großen Auftriebformen sehr deutlich, daß ein starker Wechsel seit dem Mai und Juni in der Art des Planktons erfolgte, und dann ist das Herbstmaximum im Mittelmeer von sehr kurzer Dauer und war wenigstens 1900 Ende Oktober bereits vollständig geschwunden (12. X. $28^{ccm}.7$, 17. X. $6^{ccm}.4$. 26. X. $1^{ccm}.0$). Es ist also nicht ausgeschlossen, daß die Planktonexpedition zu spät gekommen ist und 14 Tage früher an demselben Orte ganz erhebliche Mengen von Auftrieb gefunden haben würde.

Die Zusammensetzung des Planktons war von ganz besonderm Interesse in dem westlichen Gebiete des Golfkrautes und der Physalien. Während auf der Ausreise gar keine Oscillarien vorkamen, wurde auf der Rückfahrt überall im warmen Wasser *Heliotrichum* in großer Menge gefunden, so daß ein Wechsel im Auftrieb unverkennbar war; und da diese Pflanze nur auf das hocherwärmte Golfstromwasser beschränkt war und in den durch Labradorstromwasser abgekühlten Gebieten jedesmal fehlte, ist ihr Erscheinen offenbar von der höheren Erwärmung abhängig gewesen, die das Meer auf der Rückfahrt auch in diesem Gebiete zeigte.

Das bis auf 13° abgekühlte Wasser desselben besaß in allen Fällen ein Plankton, das im allgemeinen dem des warmen Wassers entsprach, aber in seiner Artenzahl stark reduziert war, während es von arktischen Formen nur wenige und meist nur tote Exemplare enthielt. Vor allem fiel die Armut an Tintinnen auf, um so mehr, als in einigen Fängen ihre leeren Gehäuse sehr zahlreich waren. So wurden z. B. am 2. Juli nur 3 Tiere von dem nordischen *Tintinnus acuminatus*, aber 165 leere Gehäuse von 17 verschiedenen und meistens für das warme Wasser charakteristischen Arten gefunden. Auf der anderen Seite kamen aber noch Halosphären, *Pouchetia*, *Ceratium candelabrum* und *Rhabdosphaera claviger* im Wasser von 13°5 lebend vor, und da diese Formen auch in dem ebenso kalten Winterwasser des Mittelmeeres gedeihen, liegt hierin nichts Überraschendes. Am besten aber wurde das kalte Wasser, abgesehen von dem Fehlen des *Heliotrichum* durch das Vorkommen leerer Gehäuse der nordischen, im Labradorstrom und

Netzes gültig zu sein, mußten sowohl sie wie die Volumina aus dem Mittelmeer, die übrigens nach Vertikalzügen aus 75^{m} Tiefe gewonnen sind, noch mit dem Koeffizienten $\psi = 1.35$ multipliziert werden.

der Davisstraße häufigen Tintinnen: *Cyttarocylis gigantea* Brdt. und *C. denticulata* Clp. et Lachm., sowie einer *Ptychocylis*-Art (*Pt. drygalski* Brdt.?) charakterisiert. Sie waren zwar nicht sehr häufig, kamen aber regelmäßig zur Beobachtung. Auf der Hinfahrt nach New York kam in dem kalten Wasser auch *Thalassiosira* in ziemlicher Häufigkeit vor.

Nahe dem Westrande des Golfstromes in etwa 65° westl. Länge bei einer Wassertemperatur von 13°–13°5 C. traten, obwohl die Entfernung bis zur Küste immer noch eine recht erhebliche war (bis New York etwa 9°), im Oberflächenwasser Ascidienlarven auf (in 19 Litern waren 5 Larven). In ihrer Gestalt erinnerten sie sehr an die von van Beneden beschriebene Larve von *Molgula ampulloides* (Mém. Académ. Belg. t. 20 p. 93). Der schlanke Rumpf, der wie bei allen Molgulidenlarven keine Haftpapillen erkennen ließ, war nackt und trug einen Schwanz, der in eine lange, feine, nur aus der Tunika gebildete spitz endende Flosse auslief. Das ganze Tier war etwas über 300 μ lang, (ohne Flosse 195 μ, Rumpf allein 84 μ) und farblos. Dieses Vorkommen so zahlreicher Ascidienlarven, zumal vom Typus der Molgulidenlarven, auf hoher See ist sehr sonderbar, da die Schwärmzeit meist nur wenige Stunden währt. Doch gibt Kowalevsky (Acad. Pétersbg. 7 sér. vol. 10, p. 3 u. 11) für die Larve von *Ascidia mammillata* eine solche von mehreren Tagen an. Grade bei den Molguliden ist aber diese Zeit oft sehr verkürzt oder sogar ganz ausgefallen, indem der Schwanz der Larve schon vor dem Verlassen des mütterlichen Körpers zurückgebildet wird. Nun fanden sich aber in demselben Fange auch farblose kugelige Eier von 75 μ Größe mit sehr zarter Hülle. Einige derselben barsten unter dem Drucke des Deckglases und ließen den Embryo ausschlüpfen, der sich bald hernach als identisch mit unserer Ascidienlarve erwies. Die Larven mußten also von einer Ascidienart stammen, welche schwimmende Eier produziert, und deren Larven somit weiter als diejenigen anderer Arten auf die See hinausgelangen können. Anpassungen an ein selbständiges pelagisches Leben aber lassen trotzdem diese Larven nicht erkennen; sie dürften daher bald nach dem Ausschlüpfen niedersinken, um sich am Meeresboden festzusetzen, wenn sie nicht zu einer Ascidienart gehören, die auf dem Sargassum lebt und die Larven sich an treibendem Kraute festsetzen. Dann wäre es aber auffällig, daß sie nicht auch an anderen Stellen der Fahrtlinie beobachtet wurden, sondern erst hier bei der Annäherung an die Küste sich einstellten.

An der Nordgrenze des Gebietes der Pelagien und Salpen, die auf der Aus- und Heimreise durch die Häufigkeit großer Auftriebtiere ausgezeichnet war, brachte das Helgoländer Brutnetz und das Planktonnetz am 15. Juli eine große Menge von Pteropoden herauf, die sämtlich einer Art (*Clio pyramidata* Linné) angehörten.

Die Flachsee war auf europäischer wie amerikanischer Seite durch die enorme Häufigkeit von *Guinardia* sowie durch das Auftreten von *Codonella ventricosa* und Muschellarven ausgezeichnet. Vor New York war außerdem *Thalassiosira* sehr zahlreich.

c) Vorkommen der kleinsten durch Müllergaze Nr. 20 nicht mehr fangbaren Planktonformen.

Nachdem Untersuchungen im Mittelmeer gezeigt haben, daß auch das freie Meer reich an solchen nackten und zarten wie an solchen kleinen einzelligen Formen ist, die bei der Verwendung von Netzen aus feinster Müllergaze zugrunde gehen oder durch die Netzmaschen hindurchschlüpfen, und daß diese Organismen einen sehr erheblichen Bruchteil des wirklich im Meere vorhandenen Auftriebs bilden (Neue Untersuchungen über den Reichtum des Meeres an Plankton, Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, Abt. Kiel, Bd. 7, 1902), erschien es wichtig, zu prüfen, inwieweit diese Resultate auch für den Ozean Gültigkeit haben. Ich habe daher auf der ganzen Fahrt Wasser mit der Pütze und mit dem Krümmelschen Wasserschöpfapparat geschöpft und durch dichten Seidentaffet filtriert. Dreißig dieser Fänge wurden sofort frisch untersucht, neun andere wurden für quantitative Untersuchung in Formol konserviert. Da die letztere noch nicht ausgeführt werden konnte, muß ich mich hier auf die Untersuchung des lebenden Materials beschränken.

Wie im Mittelmeere spielten auch im Ozean die pflanzlichen Gymnodinien und Chrysomonadinen die Hauptrolle unter diesem kleinsten Mikroplankton, während nackte Ciliaten und Zooflagellaten zwar im ganzen Gebiete vorkamen, aber doch meist nur in recht spärlicher Menge auftraten und daher keineswegs in jedem Fange angetroffen wurden. Die Gymnodinien waren überall häufig, im östlichen Gebiete sogar außerordentlich zahlreich. Mehrmals wurden die Skelettkörper von *Gymnaster pentasterias* Schütt gefunden, einmal auch *Cladopyxis setifera* Lohm. (54° 3' westl. Länge). Die farblose *Achradina pulchra* Lohm. kam im Westen wie im Osten verschiedentlich vor und wurde noch in 46° 3' nördl. Breite in 10^{m} Tiefe gefunden.

Den Gymnodinien gegenüber traten die Chrysomonadinen an Zahl mehr zurück. Vor allem wurden von den nackten Formen, die in den Gehäusen der Appendikularien im Mittelmeere so sehr häufig waren, nur hier und da Exemplare beobachtet. Häufig schienen sie nur im Osten zu sein; doch wurden auch sie auf der ganzen Fahrtlinie gefunden. Bei der sehr großen Empfindlichkeit der Zellen, die bei der Filtration sehr leiden und zum größten Teil zerstört werden, ist jedoch sicher, daß sie in Wirklichkeit sehr viel zahlreicher im

Auftrieb gewesen sind. Aber leider wurden gar keine Gehäuse von Appendikularien, die sich nur recht spärlich fanden, beobachtet, so daß eine Kontrole durch die Untersuchung des Inhaltes der Fangapparate dieser Tiere unmöglich war. Die schalentragenden Chrysomonadinen dagegen, die Kokkolithophoriden waren regelmäßig im Auftrieb vertreten und wiederholt recht häufig. Im ganzen wurden 11 Arten beobachtet; von diesen kamen nur 2 im Küstenwasser vor (*Coccolithophora pelagica* in Nordsee und Kanal, *Calyptrosphaera oblonga* im Kanal), alle anderen waren auf die hohe See beschränkt. In so großer Zahl, daß ihr Vorkommen als häufig oder sehr häufig bezeichnet wurde, beobachtete ich *Pontosphaera huxleyi* (einmal), *Syracosphaera dentata* (zweimal), *Calyptrosphaera oblonga* (zweimal), *Discosphaera tubifer* (einmal), *Rhabdosphaera stylifer* (einmal). Immer nur in einzelnen Individuen gefunden wurden dagegen die große Schwebbecher tragende *Scyphosphaera apsteini* und die seltsame *Umbilicosphaera mirabilis* (Die *Coccolithophoridae*, Archiv für Protistenkunde, Bd. 1, 1902). Abgesehen davon, daß statt der *Coccolithophora pelagica*, die sehr charakteristisch von Murray & Blackman, (Philosoph. Transact. Royal Soc. London, vol. 190, ser. B, p. 427—441, tab. 15 u. 16) abgebildet ist, im Mittelmeere stets die nahe verwandte *Coccolithophora wallichi* gefunden wurde, zeigt sich kein nennenswerter Unterschied zwischen Ozean und Mittelmeer. Auch im Ozean traten die *Coccolithophora*-Arten den übrigen Arten gegenüber an Häufigkeit sehr zurück. Durch Auflösung der Schale von *Scyphosphaera apsteini* gelang es mir, für diese Art den Besitz von 4 grüngelben runden, plattenförmigen Chromatophoren nachzuweisen, deren jedem je 1 kugeliger, stark lichtbrechender, in der Säure unverändert bleibender Körper angelagert war. Beim Versuch der Färbung gieng die Zelle leider verloren. Im Mittelmeere hatte ich nie einen gut erhaltenen Zellinhalt bei dieser Art beobachtet. Neben den nierenförmigen, über 40 μ großen Schalen von *Umbilicosphaera mirabilis*, die immer 2 Zellen einschließen und daher sicher nur einem vorübergehenden Entwicklungszustande angehören, kamen im Ozean auch kugelige Schalen von nur 27 μ Durchmesser vor, die nur eine einzige Zelle umschlossen. In diesen Formen hat man daher die eigentlich vegetativen Zustände zu erkennen. Merkwürdig war, daß auch hier die Zelle selbst nur 5 μ groß war und also durch einen sehr weiten Abstand von der Schale getrennt war.

Von anderen Protophyten wurde nur noch eine Kryptomonadine (*Cryptomonas pelagica* Lohm.) beobachtet (2. VI., 35° 32′ westl. Länge und 22. VI., 65° 19′ westl. Länge). Sie war indessen nicht häufig.

Für die nackten und kleinsten Protozoen gilt zum Teil dasselbe, was von den nackten Chrysomonadinen gesagt wurde. Die Filtra-

tionen zerstören viele derselben, und durch Untersuchung von Appendikulariengehäusen würde sich ihr Vorkommen wahrscheinlich als bedeutend zahlreicher nachweisen lassen. Auch hier zeigt sich aber eine solche Übereinstimmung mit dem Auftrieb im Mittelmeer, daß man mit Recht beide Gebiete als im wesentlichen gleiche Verhältnisse aufweisend wird annehmen können. Die kleinsten farblosen Flagellaten, die ich im Ozean fand, standen der Monadine Nr. 2 bei Syrakus (Neue Untersuchungen über den Reichtum des Meeres, S. 46) sehr nahe und waren 2 μ groß. Ich fand sie zwischen 35° und 36° westl. Länge und bei 65°19' westl. Länge nicht selten. In großer Zahl trat einige Male die auf Diatomeen lebende Monadine Nr. 3 (a. a. O. S. 47) auf. Während der ganzen Fahrt wurden ferner immer einzelne Individuen von *Rhynchomonas marina* Lohm. beobachtet, die bisher nur in den Gehäusen der Appendikularien bei Sicilien gefunden war.

Ciliaten wurden hin und wieder in einigen Exemplaren beobachtet. Im Außenast des Golfstromes, im armen Gebiete, war auf der Hinfahrt ein hypotriches Infusor von 30–78 μ Länge nicht selten, das durch einen orangefarbenen Inhaltskörper ausgezeichnet war. Auch auf der Rückfahrt wurde das Tier in demselben Gebiete wieder beobachtet. Außerdem kam *Tiarina fusus* Bergh, jenes sonderbare Koleps nahestehende gepanzerte Infusor, das von der norwegischen Küste beschrieben ist, im Osten wie im Westen ziemlich regelmäßig in einzelnen Individuen vor. Im ganzen beobachtete ich acht verschiedene Formen von Ciliaten auf der hohen See (1 hypotricher Ciliat, 1 Encheline, 1 Tiarina, 3 holotriche Infusorien, 1 Strombidium, 1 Mesodinium), von denen aber keine einzige in größerer Menge vorkam. Bemerkenswert ist noch, daß in der gallertig-schleimigen Substanz des Flosses von Janthina neben zahlreichen 70 μ langen Nitschien mit glänzend grünen Chromatophoren auch mehrere Infusorien umherschwammen, von denen die eine Art einen wurmförmig sich krümmenden, stark metabolischen Körper mit einigen starken Borstencilien an beiden Polen besaß, während die andere häufigere Art dorso-ventral abgeflacht war und einem Euplotes sehr ähnlich sah. Ihre Länge betrug 30 μ. Da die Janthinen Hochseebewohner sind, müssen auch diese Infusorien dem Auftrieb des offenen Meeres angehören.

Rhizopoden sind der Zerstörung durch die Filtration naturgemäß, sobald sie keine widerstandsfähigen Skelette haben, am meisten ausgesetzt. Abgesehen von einigen heliozoenartigen Organismen und einer kleinen Amoebe mit fingerförmigen Pseudopodien (Rumpf 6 μ, mit Pseudopodien 45 μ) in 39° westl. Länge wurden keine hierher gehörenden Wurzelfüßler beobachtet; doch beweist das nicht ihr wirkliches Fehlen in dem durchfahrenen Gebiete.

2. Die während der Fahrt beobachteten Wirbeltiere.

Nur an 4 von den 61 Tagen, welche auf See zugebracht wurden, vermißten wir Vögel, denn sobald uns die in der Nähe der Küste dem Schiffe folgenden Möven verlassen hatten, stellten sich die Sturmschwalben ein, die ganz und gar auf den offenen Ozean beschränkt erschienen. Zuweilen hatten wir 30—40 Stück der Thalassidromen als Begleiter. Mit Speckstückchen ließen sie sich füttern und nach untersinkenden Brocken tauchten sie zuweilen. Der Arzt und der Ingenieur sahen einmal eine Schar von etwa 30 Stück auf dem Wasser sitzen und wie Möven mit den Wellen sich schaukeln. Als ich gerufen wurde, waren sie wieder aufgeflogen. Es war dieß in der Mitte zwischen den Azoren und New York. Zu keiner anderen Zeit ist aber auf unserer Fahrt ein solches Ausruhen gesehen worden.

Von den vier Tagen, an denen keine Vögel beobachtet wurden, waren zwei vor der Ankunft in New York nebelig und zwei andere betrafen die Gegend vor dem Kanal, in welcher die Möven bereits geschwunden waren, Thalassidroma aber noch nicht aufgetreten war (20.V., in etwa 44° Breite und 18°5 westl. Länge auf der Ausreise und 20.VII., in etwa 48°5 Breite und 9° westl. Länge). Außer den Sturmschwalben wurden auf dem offenen Ozean nur sehr selten einzelne Vögel gesehen, die zum Teil Sturmtaucher (*Puffinus*) zu sein schienen, meist aber nicht erkannt werden konnten (an sieben Tagen im ganzen).

An schwimmenden Wirbeltieren, die von Bord aus beobachtet werden konnten, war das Gebiet der Pelagien und Salpen bei weitem reicher als die beiden anderen Abschnitte. Vor allem erschien der Westen arm; denn obwohl die Lotungsarbeiten uns dort besonders lange festhielten, begegneten wir doch nur zweimal einzelnen größeren Walen und nur einmal in der Nähe der amerikanischen Küste einer Schar von Delphinen. Dagegen wurden in der engeren und weiteren Umgebung der Azoren Pottwale und Delphine häufig beobachtet und einmal eine große Herde alter Pottwale nordöstlich von den Inseln (25.V., etwa 41°3 Breite und 24°5 Länge) und eine kleine Gesellschaft von Schwertwalen südlich von San Miguel angetroffen. Hier traten auch einige Seeschildkröten und fliegende Fische auf. Doch wurden von beiden Formen nur wenige Exemplare gesehen. Von Exocoetus flogen am 8. und 10. Juni je zwei Individuen auf und schwebten mit ruhig ausgebreiteten Flossen, sich langsam von einer zur anderen Seite neigend, über die Meeresfläche dahin. Die durchflogene Strecke hatte, vom Bug des Schiffes aus gesehen, gut Schiffslänge, war also jedenfalls 80^{m} lang.

Auf der hohen See sowohl im Westen wie im Osten trafen wir dreimal den Mondfisch (*Orthagoriscus mola*). Als blaß erscheinende Scheibe von 1–2 m Durchmesser, die auf dem Meere trieb, und durch eine große, senkrecht emporstehende spitze Flosse fiel das merkwürdige Tier zuerst auf. Zweimal wurde das Boot ausgesetzt, um des Fisches habhaft zu werden; doch mußte in dem einen Falle das Unternehmen wegen des hohen Seeganges aufgegeben werden, im anderen Falle tauchte das Tier unter. Nur einmal war die See ruhig, die anderen Male bewegt. Die Fische wurden am Vormittage, Mittage und Abend gesehen. In Syrakus hatte ich vor zwei Jahren Gelegenheit, die Rumpfwand eines etwa 1^{m} großen Tieres zu untersuchen, das von den Fischern, wie gewöhnlich an der Oberfläche treibend, harpuniert und leider sofort zerschnitten und ausgenommen war, da Eingeweide und Fleisch gegessen werden. An dem noch völlig frischen Stücke der Körperwand fiel nun sofort auf, daß dieselbe fast ganz aus einem wundervoll weißen, 20^{mm} dicken elastischen Knorpel bestand, der die auffallende Eigenschaft hatte, im Meerwasser nicht unterzusinken, sondern zu schwimmen. Nach außen hin wurde er von einer kaum $0^{mm}.5$ dicken Knochenplatte bedeckt, deren Außenfläche buckelig gefeldert und dicht mit braunen silberglänzenden Pigmentzellen bedeckt war. Über ihr erst folgte dann die eigentliche Haut, die nur einen ganz dünnen Schleimüberzug bildete und aus echtem Schleimgewebe mit zahlreichen Gefäßen und eigentümlichen spindelförmigen Zellgruppen gebildet wurde. Während der frische Knorpel im Meerwasser, das im Mittelmeere ein spezifisches Gewicht von etwa 1.029 haben wird, schwamm, sank er, in Süßwasser gebracht, sofort unter. Worauf die abnorme Leichtigkeit des Orthagoriskusknorpels beruht, kann ich nicht sagen; sie muß aber an einen Stoff gebunden sein, der entweder sich schnell zersetzt oder durch Wasser ausgezogen oder verdrängt wird. Denn wenn die Knorpelstücke zwei bis drei Stunden in dem Meerwasser gelegen hatten, sanken sie allmählich unter. Menschlicher Knorpel hat (nach Krause, Handbuch der Anatomie, 1876, S. 56 und 57; Frey, Handbuch der Histologie und Histochemie, 1876, S. 184) ein spezifisches Gewicht von 1.088—1.097.

Diese Eigenschaft des Knorpels in Verbindung mit der kolossalen Entwickelung dieses Gewebes unter der Haut und im Skelett macht es nun wahrscheinlich, daß das spezifische Gewicht des Fisches ein sehr geringes ist, und der Orthagoriskus deshalb nicht nur imstande ist mühelos zu schwimmen und seine Lage im Wasser beliebig zu ändern, sondern daß er auch deshalb ohne besondere Apparate zur Herabsetzung seines Gewichtes, wenn er sich flach auf die Oberfläche des Wassers legt, auf derselben schwimmend erhalten kann.

II. Der Meeresboden.

Im allgemeinen decken sich die Resultate mit denen, welche von Peake auf der Lotungsfahrt der Britannia erhalten und in Gemeinschaft mit John Murray in den Extra Publications der Royal Society (Extra Publications 11, London 1901) veröffentlicht worden sind. Die Küstenabstürze beider Kontinente bildet bis etwa 3500m hinab blauer Mud, bei den Azoren werden die flacheren, oberhalb 1800m liegenden Gründe von vulkanischen Sedimenten gebildet, fast das ganze übrige Terrain nimmt Globigerinenschlamm ein.[1] Nur südlich von Neufundland und Neuschottland, wo die Flachsee sich weit nach Süden hin in den Ozean vorschiebt, treten gleichzeitig mit den größten Tiefen sehr interessante und kompliziertere Verhältnisse ein. Schon Peake stellte fest, daß infolge dieser beiden Umstände hier die seltene Erscheinung vorliegt, daß der rote Tiefseeton, der die tiefsten Stellen mit einem beim Schlemmen tief rotbraunen, terrakottafarbenen Schlamm bedeckt, hier unmittelbar in den aus kontinentalen Detritusmassen gebildeten und daher sonst für die Küstenränder charakteristischen quarzreichen blauen Mud übergeht und beide Ablagerungen nebeneinander in Tiefen von 5000—6000 m sich finden (vergl. Peake, p. 19). Hierzu kommen nun aber noch zwei neue Eigentümlichkeiten, die bisher nicht beobachtet waren. Zunächst treten in dem roten Tone wie in dem blauen Mud, während die Radiolarien außerordentlich selten sind, fast immer große Koszinodisken und zwar an einzelnen Stellen in so großer Menge auf, daß jedes mikroskopische Präparat des Schlammes zahlreiche Exemplare enthält. Der Koszinodiskus ist *Coscinodiscus radiatus* Ehrbg., eine sehr verbreitete, aber vor allem in den nordischen und arktischen Küstengebieten häufig vorkommende Art. Sie wurde von Grunow (Die Diatomeen von Franz-Josephs-Land, Denkschrift der Kais. Akad. d. Wissensch., Wien, math.-naturw. Klasse, Bd. 48, Abt. 2, S. 72) bei Franz-Josephs-Land, von Cleve (Seasonal Distribution of Atlantic Plankton Organisms, Göteborg 1901, p. 321) vor allem bei den Faröern, Island und Schottland gefunden. Vanhöffen (Grönland-Expedition der Gesellschaft für Erdkunde, Bd. 2, Teil 1, S. 262) beobachtete die Diatomee das ganze Jahr hindurch im Plankton des Karajak-Fjordes (West-Grönland) und in der Davisstraße. Da die koszinodiskusreichen Sedimente in dem Gebiete liegen, wo das kalte Labradorstromwasser mit dem warmen Golfstromwasser zusammentrifft, so wird hier wahrscheinlich ein unausgesetztes massenhaftes Absterben der Diatomeen erfolgen, und da die zarten Skelette der Thal-

---

[1] Vergl. die Karte III.

assiosiren, Skeletonemen und Chätoceras sowie die meisten übrigen echt pelagischen Diatomeen schnell aufgelöst werden, bleiben in den Ablagerungen nur die dickschaligen Koszinodisken übrig. Die größten Exemplare, die ich beobachtete, maßen 260–300 μ im Durchmesser.

Während der rote Ton, dessen tiefste Ablagerung in 6491^{m} Tiefe lag, nach Osten in blauen Ton übergieng, schloß sich ihm im Westen, wie es Regel ist, Globigerinenschlamm an. Aber ehe der typische Globigerinenschlamm auftrat, waren die Sedimente deutlich geschichtet, indem ihre obersten Lagen von 2–7 cm Dicke immer sehr viel mehr Globigerinen enthielten als die darunter liegenden 1–6 cm, und daher schon in der helleren, mehr grauen Färbung sich deutlich im noch feuchten Zustande von den dunkelbraunroten tieferen Lagen unterschieden. Die Bestimmung des Gehaltes an kohlensaurem Kalk, die im hiesigen agrikulturchemischen Laboratorium durch Dr. Sieden ausgeführt wurde, ergab, daß in einer solchen Probe aus 5619^{m} Tiefe (39° 29' Breite und 63° 50' Länge) die obersten Schichten 34.85 Prozent, die untersten hingegen nur noch 9.81 Prozent davon enthielten. Die mikroskopische Untersuchung zeigte ferner, daß der graue obere Ton sehr reich an pelagischen Foraminiferen war, während in der unteren rotbraunen Partie nur ganz selten einige Globigerinenschalen sich fanden. Auch die Quarzkörner, welche das Sediment enthielt, waren in den unteren Teilen nur 30 μ, in den oberen aber bis über 100 μ groß. Während demnach die oberste Lage als echter Globigerinenschlamm zu bezeichnen war, gehörte die unterste Partie dem roten Ton an. Solche Schichtung aber wurde in dem ganzen Gebiete zwischen 65° 20' und 57° 22' westl. Länge, also auf einer Strecke von 8° beobachtet, auf der die Tiefen nur zwischen 4750^{m} und 5800^{m} schwankten. Daß diese Schichtung, die allerdings nicht in allen Proben, sondern nur in 7 von 21 gefunden wurde (was aber bei der Kleinheit unserer Schlammröhren, 8^{cm} lang, 13^{mm} weit, wenig beweist), in einer während langer Zeiträume eingetretenen Änderung der Ablagerungsbedingungen begründet sein muß, ist natürlich klar. Daß aber eine einfache Hebung des Meeresbodens hierzu genügt haben sollte, ist deshalb sehr unwahrscheinlich, weil im Westen der rote Ton in keinen größeren Tiefen abgelagert ist als hier der Globigerinenschlamm, und endlich typischer Globigerinenschlamm von uns noch bei 5798^{m}, von Peake sogar noch bei 5911^{m} beobachtet wurde. Offenbar spielen neben der Tiefe noch ganz andere Umstände bei der Umwandlung der am Meeresboden sedimentierenden Stoffe zu den verschiedenen Sedimentformen mit. Aber über das Wesen dieser Faktoren wissen wir noch nichts. Eine Schichtung von sehr viel sonderbarerer Art als die hier

beschriebene hat die Deutsche Südpolar-Expedition (Berichte, Heft 1, 1902, S. 50 in den Veröffentl. d. Instit. f. Meereskunde) in 0° 11' südl. Breite und 18° 15' westl. Länge in 7230^{m} Tiefe gefunden, indem dort über 13^{cm} roten Tones Schichten lagen, die zum Teil dem blauen Mud ähnelten, zum Teil aber hellgrau und kalkhaltig waren.

Von großem Interesse war ferner die eine Lotung in 47° 46' Breite und 10° 23' westl. Länge, die am 19. Juli mit Buchanan's vorzüglichem Apparate, der über der Schlammröhre einen Schöpfapparat zur Aufnahme des unmittelbar über dem Meeresboden ruhenden Wassers besitzt, ausgeführt werden konnte. Hier kam ein blaugrauer, sandreicher, den Übergang zum blauen Mud bezeichnender Globigerinenschlamm herauf (3636^{m}), der neben den Schalen pelagischer Foraminiferen auch viele Skelette von Bodenforaminiferen, wie: Bolivina, Milliola, Reophax u. a. enthielt. Die oberste Schicht des Sedimentes, die bei den sonst verwendeten kleinen Sonden stets verloren gegangen war, stellte, wie das bereits John Murray auf der Challenger-Expedition gefunden hatte, einen flüssigen Schlamm dar. Ein Teil desselben wurde sofort frisch unter dem Mikroskop untersucht, ein anderer Teil aber in starkem Alkohol konserviert und mit Rhumblers Eosin-Methylgrün-Lösung gefärbt. Das im Schöpfapparat enthaltene Wasser wurde durch gehärtete Papierfilter filtriert und der Rückstand in der gleichen Weise wie der flüssige Schlamm behandelt. In dem frisch untersuchten Materiale fand sich nichts Lebendes, die Doppelfärbung zeigte aber, daß in dem konservierten Materiale einige lebende Exemplare von *Reophax difflugiformis* Brady gewesen waren. Außer diesen war aber nur noch das Plasma einer stachellosen *Globigerina aequilateralis* intensiv rot gefärbt, obwohl es körnig zerfallen war. Alle anderen Organismen aber hatten eine schön grüne oder blaue Färbung angenommen und waren also bei der Konservierung bereits abgestorben und in Zersetzung übergegangen. Überhaupt wurden außer vielen rundlichen und wurstförmigen Massen, die vielleicht Fäkalballen waren, fast nur leere Skelette gefunden. Unter diesen waren von besonderm Interesse ein leicht zerbrochenes Gehäuse von *Codonella ventricosa*, das in dem flüssigen Schlamme sich fand, und eine ziemliche Anzahl von Panzern sehr zarter Rhizosolenien (*Rhizosolenia alata, setigera*), *Chaetoceras* (einzelne und halbe Zellen und Ketten von drei Zellen, alle mit wohlerhaltenen Fortsätzen) und *Bacteriastrum varians* (Endzelle und Kettenzelle). Keines dieser Skelette enthielt aber noch Spuren des Plasmas. Von den Rhizosolenien waren teilweise nur die spitzentragenden Enden, zum Teil aber lange Stücke der Zelle erhalten. Es gelangt also ein Bruchteil auch der zarteren pelagischen Diatomeen bis zum Meeresboden in mehr als 3600^{m} Tiefe

hinab[1], wird aber hier nachträglich aufgelöst, wahrscheinlich schon bevor er zur ruhigen Ablagerung gekommen ist. Von Tintinnen fand die Valdivia-Expedition sogar noch in 5000^{m} Tiefe in Wasser, das 60^{m} über dem Boden geschöpft war, »einen erstaunlichen Reichtum« an leeren Gehäusen. Auch diese gehen also später spurlos zugrunde. Von schleimigen, als Bathybius zu deutenden Massen fand sich in dem Schlamme keine Spur, obwohl die Lotung nahe der Stelle ausgeführt wurde, aus der seinerzeit die Porcupine ihr Bathybius-Material erhalten hatte (47° 38' Breite, 12° 4' Länge).

Kokkolithen wurden in allen Proben gefunden, doch waren sie im Globigerinenschlamm bei weitem am zahlreichsten, im roten Tone am spärlichsten vertreten. Aber selbst noch in 6491^{m} Tiefe enthielt das Sediment ziemlich viele Schalen von *Coccolithophora pelagica* und viele einzelne Kokkolithen. Ihre weite Verbreitung in den Ablagerungen der heutigen Meere und die enorme Menge, in der diese kleinen Panzerelemente der pelagischen Algen in denselben sich finden, ist von allen Untersuchern mariner Grundproben hervorgehoben. Nachdem schon Ehrenberg 1836 und Gümbel 1870 gezeigt hatten, daß manche Kreide- und Kalksteine fast ausschließlich aus Kokkolithen gebildet werden, hat in neuerer Zeit Voeltzkow nachgewiesen, daß eine Anzahl von Riffkalken der Inseln des Indischen Ozeans so ausschließlich aus Kokkolithen bestehen, daß sie direkt als Kokkolithenkalke bezeichnet werden könnten (Über Kokkolithen und Rhabdolithen nebst Bemerkungen über den Aufbau und die Entstehung der Aldabra-Inseln, Abhandl. Senckenberg. Ges. Bd. 26, H. 4, 1901).

In einem außerordentlich feinkörnigen Globigerinenschlamme aus dem Becken zwischen den Azoren und dem Kanal (4004^{m}) ließ sich leicht eine ungefähre Bestimmung des Anteiles der Kokkolithen an der Bildung des ganzen Sedimentes ausführen, da die Kalkskelette nur Foraminiferen und Kokkolithophoriden angehörten und beide durch Schlemmen mühelos voneinander zu trennen waren. Das feinste Schlemmprodukt bestand fast vollständig aus Kokkolithen, so daß bei dem Eintrocknen eines Tropfens auf dem Objektträger Kokkolithen das ganze Gesichtsfeld dicht erfüllten; sehr wenige Quarzkörner und andere in verdünnten Säuren unlösliche Mineralpartikelchen waren in Spuren beigemischt, verschwanden aber den Kokkolithen gegenüber vollständig und ließen sich nach Auflösung der letzteren in verdünnter Salzsäure als 4.5 Prozent des Gewichtes ausmachend feststellen. Da-

[1] Chun gibt an (Aus den Tiefen des Weltmeeres, S. 210), »daß gerade die gemeinsten Oberflächen-Diatomeen, nämlich die Arten der Gattung *Chaetoceras*, unterhalb 600^{m} nahezu vollkommen dadurch schwinden, daß nicht nur ihr Protoplasmaleib, sondern auch die Schalen bei dem Herabsinken aufgelöst werden«.

nach lieferten die Kokkolithen nicht weniger als 68 Prozent des Gesamtgewichtes; Absetzenlassen der verschiedenen Schlemmprodukte ergab für die Kokkolithen 71 Prozent des Gesamtvolumens. Dieser Schlamm wäre also genauer als Kokkolithenschlamm zu bezeichnen gewesen, da die Gloligerinen ihnen gegenüber ganz zurücktraten. Er war in 43°32' Breite und 19°49' Länge gelotet. In einer anderen Probe aus der Senkung westlich von den Azoren (4712^m, 39°26' Breite und 38° 4' Länge) ergab sich ein Gewichtsanteil von 28 Prozent für die Kokkolithen.

In allen Proben fielen zunächst die aus zwei über einander liegenden Scheiben gebildeten großen Kokkolithen von *Coccolithophora pelagica* Wallich (25 μ lang, oval, Durchbohrung in zwei halbkreisförmige Hälften geteilt) und von *Coccolithophora leptopora* Murr. und Blackm. (5–15 μ groß, kreisrund, mit runder Durchbohrung) auf, von denen bald die eine bald die andere Form überwog. Doch schwand mit der Tiefe der Ablagerungen *Coccolithophora leptopora* schneller und ganze Schalen wurden nur von *Coccolithophora pelagica* gefunden. Neben ihnen kamen meist in viel geringerer Zahl die keulenförmigen Rhabdolithen von *Rhabdosphaera claviger* vor, sowie ovale, scheibenförmige Kokkolithen von 5 μ Länge und mit wulstig verdicktem Rande, die wahrscheinlich zu *Syracosphaera pulchra* Lohm. gehören. Bei stärkerer Vergrößerung zeigte sich aber, daß außer diesen relativ großen Kokkolithen noch eine enorme Anzahl viel kleinerer (1–3 μ langer) ringförmiger und scheibenförmiger Gebilde vorkommen, die auch Voeltzkow gesehen und als Embryonalkokkolithen bezeichnet hat, weil er sie für Entwickelungszustände der großen Kokkolithen hielt. Er stützte sich dabei vor allem auf eine ausgezeichnete kleine Arbeit von H. H. Dixon (On the structure of Coccospheres and the Origin of Coccoliths, Proceedings of Royal Society, vol. 66, p. 305 ff., 1900), in der dieser scharfe Beobachter die Bildung neuer Kokkolithen im Innern der Zelle von *Coccolithophora pelagica* Wall. nachwies. Ohne jede Kenntnis von diesen Untersuchungen habe ich dann später im Mittelmeer diesen selben Vorgang für *Coccolithophora leptopora*, *Pontosphaera huxleyi* und *Rhabdosphaera claviger* festgestellt. Da aber in der Regel eine Zelle zur Zeit nur einen Ersatzkokkolithen enthält und keineswegs alle Zellen überhaupt solche besitzen, so würden diese unausgebildeten Kokkolithen unmöglich in den Sedimenten in vielfach größerer Zahl als die ausgebildeten Kokkolithen vorkommen können, vielmehr müßten sie notwendigerweise sehr viel seltener als diese seien. Eine genauere Prüfung ergibt denn auch, daß Voeltzkow's Deutung nicht richtig ist. Ersatzkokkolithen müssen natürlich auch in den Sedimenten vorkommen, doch habe ich bisher keine auffinden können. Die kleinen Ringe und

Scheibchen aber sind Kokkolithen jener vielen kleinen Arten, die im Meere leben und von denen *Pontosphaera huxleyi* die häufigste ist. Diese Spezies hat Kokkolithen von 2.3—2.7 μ Länge, während diejenigen von *Syracosphaera mediterranea* 3 μ und die von *Syracosphaera spinosa* nur 1 μ lang sind. Bei allen stellen die Kokkolithen ovale Scheiben mit wulstig verdicktem Rande dar; wenn demnach die dünne zentrale Fläche aufgelöst wird, bleibt nur der Rand als Ring zurück. Überdieß findet bei *Pontosphaera huxleyi*, wahrscheinlich aber auch bei den anderen Arten, eine außerordentlich rege Neubildung der Schale statt, so daß die Zellen nicht selten von 2, 3 oder selbst 4 Schalen umgeben werden und bei dem Abwurf der überzähligen Schalen viele Kokkolithen frei werden. In dem oben besprochenen Kokkolithenschlamme aus 4004^{m} Tiefe zählte ich bei Immersion in einem Gesichtsfelde folgende Kokkolithen:

1. von *Syracosphaera pulchra* Lohm. 5 Stück,
2. » *Coccolithophora pelagica* Wall. 6 Stück,
3. » » *leptopora* Murr. und Blackm. etwa 500 Stück,
4. » *Rhabdosphaera claviger* Murr. und Blackm. 7 Stück,
5. » Kokkolithen von 1–3 μ Länge, schätzungsweise 2—3000 Stück.

Einmal fand sich auch ein Rhabdolith von *Rhabdosphaera stylifer*; von *Discosphaera* dagegen habe ich keine Kokkolithen gesehen.

Vergleicht man mit diesem Vorkommen der Kokkolithen in den Sedimenten das Auftreten der Kokkolithophoriden an der Oberfläche des Meeres, so fällt sofort auf, daß die Menge der lebenden Exemplare in gar keinem Verhältnis zu dem der Skelette am Meeresboden zu stehen scheint. Zwar sind die Kokkolithophoriden überall auf der hohen See verbreitet und oft recht häufig, so daß ihre Zahl die der gleichzeitig vorkommenden Peridineen erheblich übertrifft und der der Diatomeen nahekommt; im allgemeinen aber stehen sie, soweit unsere Kenntnisse bisher reichen, weit hinter der Volksstärke dieser beiden großen Pflanzenfamilien zurück (Die Kokkolithophoriden, a. a. O. S. 149), und auch auf der Kabelfahrt wurden sie nirgends in auffälliger Menge gefunden. Dazu kommt, daß sie als Pflanzen auf die oberflächlichen Schichten des Meeres beschränkt sind und ihre Hauptproduktion in der schmalen Wasserschicht zwischen 20^{m} und 80^{m} Tiefe stattfindet. Wenn sie trotzdem eine so hervorragende Rolle in der Sedimentbildung der Gegenwart und der Vergangenheit spielen, daß die Tätigkeit aller anderen Auftriebpflanzen dagegen vollständig schwindet, so sind hierfür offenbar, von der Resistenz ihrer Skelette abgesehen, zwei Umstände von wesentlicher Bedeutung. Einmal ist die Zehrung, der diese Pflanzengruppe durch die Tiere ausgesetzt ist, eine ganz gewaltige. Ihre

runden Körper, die der sperrigen Fortsätze entbehren, werden von Tintinnen und Tunikaten und wahrscheinlich auch von vielen anderen Auftriebtieren massenhaft verzehrt, so daß z. B. die Fäkalballen der Appendikularien oft dicht gedrängt Kokkolithen und ganze Schalen enthalten. Bei einer so starken Zehrung muß aber die Vermehrung der Pflanzen, wenn sie dieselbe ohne Schaden ertragen sollen, eine sehr schnelle und intensive sein. Ferner werden während des Entwickelungsganges eines jeden Individuums unter noch nicht näher bekannten Verhältnissen alte Schalen abgeworfen und neue gebildet, so daß also viel mehr Kokkolithen im Meerwasser vorhanden sein müssen, als nach der Zahl der Zellen von vorn herein erwartet werden sollten.

Diese Häufigkeit der Kokkolithen im Meere haben sich interessanterweise Protozoen sowohl der oberflächlichen Wasserschichten wie des Meeresgrundes zunutze gemacht, indem sie mittels derselben ihre Schale verstärken oder vollständig bekleiden. Schon DIXON und JOLY haben eine *Codonella ventricosa* beschrieben (On some minute organisms, Scientif. Proceedings Royal Dublin Soc., vol. 8, part. 6, Nr. 72, 1898), die Kokkolithen von *C. pelagica* in ihrer Schale eingebettet trug; und auf unserer Fahrt fand ich im Globigerinenschlamm eine kleine, offenbar einer Foraminifere zugehörige Röhre von 15 μ Breite, die vollständig mit Kokkolithen derselben Art bekleidet war. Auch im Mittelmeer traf ich Gehäuse von *Codonella ventricosa* und *C. lagenula* CLP. et LACHM., die unter der scholligen oberflächlichen Struktur eine kokkolithenähnliche und aus kohlensaurem Kalk bestehende Schicht trugen. Diese innere Lage war indessen polygonal gefeldert, und in jedem Felde lag bei *C. ventricosa* ein ovaler, wulstig vorspringender Ring von 2 μ Länge, bei *C. lagenula* aber ein runder durchbohrter Knopf von 3 μ Durchmesser. Schon ENTZ bildet ähnliche Strukturen ab, ohne aber ihre kalkige Natur erkannt zu haben. Sie können leicht zu Verwechselungen mit aufgelagerten Kokkolithen führen. Nach DIXON's Abbildung handelt es sich aber dort um typische Kokkolithen von *C. pelagica* WALLICH.

Ausgegeben am 28. Mai.



1903.
XXVII.

SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

14. Mai. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

*1. Hr. Kekule von Stradonitz las über ein attisches Relief in den Königlichen Museen.

Vor Kurzem ist in die Königlichen Museen ein in Aphántu auf Rhodos gefundenes Relief gelangt, das, wie es denn auch in pentelischem Marmor ausgeführt ist, sich als eine attische, der Zeit des Parthenonfrieses nahe zu rückende Arbeit erweist. Auf einem von vier Pferden gezogenen Wagen stehen ein Jüngling und eine weibliche Figur, vor den Pferden ein anbetender Mann. Das Relief ist der von Kavvadias in der Ἐφημερὶς Ἀρχαιολογική 1893 Tafel 9 S. 130 ff. veröffentlichten und besprochenen Reliefdarstellung des Echelos und der Basile sehr ähnlich und mit deren Hülfe zu deuten.

2. Hr. von Wilamowitz-Moellendorff las: Drei Schlussscenen griechischer Dramen. III.

3. Der Schluss der Phönissen des Euripides. Der wirkliche Schluss ist bei Vers 1736; bis dahin steht Alles in untadelhaftem Zusammenhange. Was dann in den Handschriften folgt, ist Doublette zu 1710—1736.

3. Hr. Erman legte eine vorläufige Mittheilung des Hrn. H. O. Lange in Kopenhagen über den Papyrus I 344 von Leiden vor, der Prophezeiungen eines ägyptischen Weisen enthält.

Der Weise verkündet seinem Könige, dass schwere Zeiten der Pest und Noth und fremder Invasionen über Aegypten hereinbrechen werden, Zeiten, in denen das Land gänzlich verwirrt wird, und in denen die Armen reich und mächtig und die Mächtigen arm und verstossen sein werden. Dann werde aber doch ein Hirt kommen, der Aegypten wieder rette. Welchem Könige diese Prophezeiung vorgetragen wird, ist nicht mehr zu ersehen; das Buch selbst ist im mittleren Reiche verfasst (um 2000 v. Chr.).

4. Hr. Sachau theilt aus einem Bericht des Hrn. Dr. Oskar Mann mit, dass er in bestem Wohlsein seine Wanderungen und sprachlichen Forschungen in den Gebirgsländern des südwestlichen Persiens unter kurdischen und persischen Bauern und Nomaden in der Zeit vom

November 1902 bis zum April 1903 fortgesetzt hat. Diejenigen Orte, in denen er längere Zeit verweilte, sind Kirmanschah, Chorremabad, Sultanabad, Teheran und Senne, die Hauptstadt der persischen Provinz Kurdistan. Von letzterer aus gedenkt er im Hochsommer dieses Jahres die persisch-türkische Grenze zu überschreiten und zunächst in Sulaimanîje Aufenthalt zu nehmen.

Drei Schlußszenen griechischer Dramen. (III.)

Von Ulrich von Wilamowitz-Moellendorff.

3.

Der Schluß der Phönissen des Euripides.

Die Ausgabe der Phönissen von L. C. Valckenaer macht in der Tragikerkritik dadurch Epoche, daß in ihr die Annahme durchgreifender Interpolation zum ersten Male mit Konsequenz und Erfolg durchgeführt ist. Freilich hat schon Porson und dann mit unschöner Polemik G. Hermann sich gegen Valckenaer gewandt, und die Arbeit soll immer noch getan werden, die den seltsamen Zustand erklärt, in dem uns dieses im Altertum so ungemein berühmte Drama vorliegt:[1] neben überwiegend vortrefflicher Erhaltung eine große Zahl fremder schlechter Dialogverse. Es ist überhaupt für die Phönissen sehr wenig getan, außer daß seit zwanzig Jahren etwa die Athetese sei es des ganzen letzten Aktes oder doch größerer Partien daraus namentlich von Anfängern versucht wird.[2] Dieses Problem, das wohl zuerst Hartung wirklich erfaßt hat, scheint mir jetzt eine sichere Lösung zu gestatten; ich werde die Darlegung nicht dadurch stören, daß ich notiere, wie nahe oder ferne andere ihr gewesen sind; ich selbst habe die Modernen ohne den geringsten Nutzen eingesehen; Polemik würde grausam sein.

Daß unsere Handschriften im wesentlichen den Text der alexandrinischen Ausgabe bieten, folgt an sich aus der Geschichte des Textes, den reichliche Scholien sichern; Didymos wird selbst noch zu dem allerletzten lyrischen Stücke, 1747, genannt. Aber der letzte Akt ist auch in der hellenistischen Zeit ganz besonders beliebt gewesen: Oidipus und Antigone neben den Leichen (die freilich nicht als Leichen,

---

[1] Aristoteles, Eth. IX 6, kann es bereits mit dem an sich höchstens irreführenden Titel ohne Verfassernamen zitieren.

[2] Cl. Lindskog, *Studien zum antiken Drama* 149, führt die älteren Aufsätze an; hinzugekommen ist einer von Balsamo, *Stud. di fil. class.* IX.

sondern als Kämpfende dargestellt sind) erscheinen auf den etruskischen Aschenkisten[1], und was wichtiger ist, auf einem ganz ausgezeichneten Exemplare der sogenannten homerischen Becher:[2] die Szene 1673—1698 ist also für das dritte Jahrhundert bezeugt. Auch aus der Bearbeitung des Accius ist ein Vers aus einer der Reden Kreons erhalten.[3] Wer also hier größere Zusätze annimmt, der muß sie in der Zeit der blühenden attischen Tragödie, noch im 4. Jahrhundert, entstanden denken. An sich ist das nicht undenkbar; ich glaube selbst, daß die falschen Trimeter zumeist so alt sind, von den Alexandrinern aus den verschiedenen Exemplaren aufgenommen, wie sie andere verschmäht haben, die wir noch durch Zitate kennen.[4] Aber für die Qualität des Aktes, der als unwürdig des Euripides verworfen wird, dürfte es doch zeugen, daß er in der hellenistischen Zeit von dem Publikum, dem römischen Übersetzer und den Philologen anerkannt war.

Die Phönissen sind ein Schlußstück wie die Troerinnen, diesen darin ähnlich, daß sie eine Reihe Szenen vorführen, zwar auf Grund einer allbekannten Handlung, aber untereinander keineswegs durch Notwendigkeit verbunden; ebensowenig notwendige Lieder stehen dazwischen. Wenn die moderne Athetese sich etwa der Teichoskopie zugewendet hätte, könnte diese längst verworfen sein: sie steht zur Handlung weder vorwärts noch rückwärts in Beziehung, und ihre Streichung macht gar keine Schwierigkeit. Auch den Opfertod des Menoikeus könnte man auslösen, ohne tief zu schneiden. Es würde also für fremden Ursprung gar nichts beweisen, gesetzt der letzte Akt oder Teile seiner Handlung wären entbehrlich. In Wahrheit ist das Gegenteil der Fall; er ist wirklich nicht nur echt, sondern unentbehrlich und vortrefflich.

Der Prolog dient nicht nur der Erzählung; er gibt die Charakteristik Iokastes. Hatte Sophokles in seinem Oidipus dieser die Frivolität aufgeladen, von der wie von jeder Schuld sein Oidipus frei ist, so hatte Euripides sie rehabilitiert, indem er sie in seinem Oidi-

[1] Urne Etrusche II T. 16. 17 mit G. Körtes Erklärung S. 52.

[2] Robert im 50. Berliner Winckelmanns-Programm S. 59.

[3] Fgm. 12 Ribb. = Phön. 1590.

[4] Philodem π. εὐσεβ. 48 G. zitiert hinter Phön. 1175 einen auch in der Form bedenklichen Vers, den wir nicht im Texte lesen; aber er muß ihn dort vorgefunden haben, wenn er ihn nicht durch Gedächtnisfehler zusetzte; von Nauck als trag. adesp. 328 geführt. Trag. adesp. 281 steht der Vers, der nach der wirklichen Überlieferung lautet ἐν γῆς φίλοις ὄχθοισι κρυφθῆναι καλόν; angeführt haben ihn Krantor und Bion, der letztere redet so, daß ihn ein Thebaner gesprochen haben muß. Hermann hat ihn nach Phön. 1450 eingefügt. Das scheint mir so weit treffend, daß er im 3. Jahrhundert dort stand, aber als Schauspielerinterpolation.

pus als treues Weib bei dem Geblendeten ausharren ließ, in dem sie den Sohn noch nicht erkannt hatte: das Muttergefühl, das dem sonst so skeptischen Dichter immer besonders heilig ist, leitete sie instinktiv.[1] Hier führt er das weiter und läßt daher Oidipus noch leben und von Iokaste gepflegt werden. Die Mutter hat auch für beide Söhne des Oidipus Liebe, obwohl sie nicht verhehlt, daß Eteokles der einzig Schuldige ist, wie das Euripides hier in schroffem Widerspruch zu der alten Sage durchführt. Daher ihr Versuch der Vermittelung, den sie ankündigt. Ist damit die Exposition für die schönste Szene des Dramas, den ἀγὼν λόγων, gegeben, so muß doch auch klar sein, daß Oidipus nicht leben konnte, wenn er nicht auf der Bühne erscheinen sollte, und wenn er lebte, so mußte über seine Zukunft irgend etwas ausgesagt werden. Unmöglich konnte er klanglos vergessen werden wie Ismene.[2] Also lehrt schon der Prolog, daß Oidipus auftrat und irgend etwas mit ihm geschah. Mit andern Worten, der letzte Akt ist von vornherein intendiert.

Die Teichoskopie hat ihren eigenen Reiz, indem sie allein die Gefahr Thebens, die gewaltigen Sieben, schildert. Aber sie führt auch Antigone ein, mit ihrer leidenschaftlichen Liebe zu Polyneikes (163): ist das etwa nicht Exposition für das, was sie im letzten Akte tut? Und wenn ihr Pädagoge so sehr besorgt für ihr dezentes Benehmen ist, soll das nicht den Kontrast liefern zu ihrem unweiblichen Auftreten neben den Leichen und ihrem Entschlusse, die Verbannung des Vaters zu teilen?[3]

Nach dem Redekampfe der Brüder, der in wunderbarer Weise erreicht, die Unversöhnlichkeit des Gegensatzes und die Unvermeidlichkeit des Doppelmordes zu zeigen und doch dabei die Sympathie für Polyneikes und Iokaste zu steigern, folgt die Szene zwischen Kreon und Eteokles, bestimmt, den ungerechten Bruder auch als einen unfähigen Feldherrn darzustellen, in geflissentlichem Gegensatze zu den Sieben des Aischylos. Für den Tyrannen schickt sich auch, daß er die Leiche des Bruders, noch ehe er ihn erschlagen hat, verfolgt;

---

[1] Was sich mit Zuversicht über den Oidipus des Euripides aussagen läßt, ist von E. Bruhn in seiner Ausgabe des Sophokleischen Dramas S. 54 dargelegt. Das Drama zerfiel, wie so viele, in zwei Teile, Oidipus als Mörder des Laios entdeckt und geblendet; Oidipus, von Iokaste in der Not gepflegt, als ihr Sohn erkannt, wahrscheinlich durch Eingreifen der vermeintlichen Eltern. Die wahre Mutter, die sich als solche nicht kennt, mit ihrer zwiespältigen Empfindung in den Mittelpunkt zu rücken, wohl auch die vermeintliche zu ihr als Folie einzuführen, ist des Euripides würdig.

[2] Iokaste erwähnt ihre Geburt 57; Polyneikes erkundigt sich nach den Schwestern 377, erhält aber keine Antwort.

[3] Man vergleiche die Rede des Pädagogen 192, das Sträuben der Jungfrau gegen die mütterliche Aufforderung, auf das Schlachtfeld zu eilen 1275, das Lied Antigones 1485.

das ist für seinen Charakter wichtig; es brauchte also nicht notwendig einen künftigen Konflikt vorzubereiten. Indessen Eteokles übergibt auch dem Kreon, genauer dem Haimon, mit der Erbtochter die Erbschaft der Herrschaft: das kann nur darauf berechnet sein, eben das zu bewirken, was im letzten Akte geschieht, den Konflikt zwischen Kreon und Antigone. Kreon ist hier bereits umsichtig und maßvoll; er zeigt sich in der Szene mit Teiresias und Menoikeus ebenso, ja der Familiensinn überwiegt die Herrscherpflicht. Nach der Szene, in der der Bote Iokaste und Antigone hinausgerufen hat, um den letzten Versuch zu machen, ob sich der Doppelmord der Brüder verhindern ließe, kommt er wieder mit der Leiche seines Sohnes, und seine Rede schließt:

τοῖς γὰρ θανοῦσι χρὴ τὸν οὐ τεθνηκότα
τιμὰς διδόντα χθόνιον εὐσεβεῖν θεόν.

Wer so redet, wird eine Antigone nicht zu hart anfassen, wenn sie diesem Prinzipe folgt. Kreon hört den überlangen zweiten Botenbericht über das Ende der Iokaste und ihrer Söhne; er findet keine Zeit, etwas zu erwidern, denn der Zug der drei Leichen unter Führung Antigones kommt auf die Bühne. Kreon stand stumm schon seit 130 Versen; er bleibt so stehn, aber auf der Bühne: es versteht sich von selbst, daß ihn dann der Dichter bestimmt hat, bedeutsam in die Aktion wieder einzugreifen. Antigone war mit wenig Worten hinausgestürzt; sie ist jetzt wiedergekommen und steht mit Kreon auf der Bühne. Was sollen wir über den Fortgang des Dramas erwarten? Ohne jeden Zweifel den Konflikt der beiden Personen, zumal wir doch die Tat Antigones jetzt, nachdem Sophokles und Euripides ihre Antigonen gedichtet haben, als notwendigen Zug der Geschichte kennen; aber diesmal wird er nicht grausam enden, dafür bürgt uns Kreons Charakter. Außerdem erwarten wir, daß der alte Oidipus, der im Hause ist, uns neben den Leichen der Seinen gezeigt werden wird, und dann muß mit ihm etwas geschehen. Mit andern Worten: wir erwarten im allgemeinen eben das, was folgt. Der letzte Akt ist entweder euripideisch oder ersetzt einen ähnlich gebauten euripideischen.

Verfolgen wir das Überlieferte näher. Es ist in der Ordnung, daß nach den langen epischen Erzählungen sich lyrischer Gesang breit macht, lebhafte Aktion nach der ruhigen Rede, nicht mehr Chorgesang, wie einst bei Aischylos, sondern eine Arie des Schauspielers. Antigones Lied ist ein Prachtstück des neuen, ziemlich opernhaften Stiles. Sie beginnt: »Ich geleite die Leichen, mit Hintansetzung aller Rücksicht auf Geschlecht und Alter«, das ist Selbstvorstellung. Dann wendet sie sich sofort an den geliebteren Bruder: »Polyneikes, dein

Zwist hat das ganze Haus zerstört: wer kann mir klagen helfen?« Natürlich führt das ihren Gedanken auf den Vater, nicht nur, wie sie zuerst sagt, als den Urheber all des Unheils, sondern auch, weil er allein noch lebt. Sie redet ihn an, aber »er hat selbst so viel Leid zu tragen wie niemand sonst auf Erden. Ein Vöglein, das um seine Jungen klagt, könnte mich allein angemessen begleiten«.[1] Der Schmerz übermannt sie. Während sie sich vorher dem Hause zuwandte, in dem der Vater weilt, wendet sie sich nun zu den Leichen, Mutter und Brüdern — da fehlt der Vater. So kehrt sie zu dem zurück und ruft ihn nun heraus. Endlich erscheint er, ein abgehärmtes schattenhaftes Jammerbild: so stellt er sich vor. Sie teilt ihm mit, was geschehen ist. Was könnten wir anders erwarten, als daß er sich selbst unter Klagegesang an die Toten wendete? Da tritt aber Kreon dazwischen, der noch weitere 100 Verse geschwiegen hatte. Der Chor sieht ihn sich regen und sagt:

ΠΟΛΛΩ͂Ν ΚΑΚΩ͂Ν ΚΑΤΗ͂ΡΞΕΝ ΟἸΔΊΠΟΥ ΔΌΜΟΙϹ
ΤΌΔʼ ἯΜΑΡ· ΕἼΗ Δʼ ΕΥ̓ΤΥΧΈϹΤΕΡΟϹ ΒΊΟϹ.

»Angefangen hat der Tag mit Leid: möge das Leben glücklicher sein«, d. h. nun kommt etwas Neues und ich fürchte, es geht in dem üblen Geleise weiter. Wer ein wenig tragischen Stil versteht, muß diese Vorbereitung des folgenden Konfliktes begreifen. Kreon macht den Klagen ein Ende; er will zur Bestattung schreiten — darin liegt, daß er den Polyneikes nicht bestatten wird. Zunächst aber verweist er Oidipus aus dem Lande. Dafür beruft er sich auf einen Spruch des Teiresias, der das Gedeihen Thebens an die Entfernung des Sünders geknüpft hat. Kreon ist nicht grausam, er entschuldigt sich. Es ist nach dem alten heiligen Rechte wirklich nicht anders, als Teiresias gesagt hat: das Land muß die Befleckung durch einen solchen Frevler entgelten. Unbegreiflich, wie das von Kreon angegebene Motiv jemandem von dem verschieden scheinen kann, was Teiresias gesagt haben soll. Freilich hat er das in unserem Stücke nicht getan. Er hatte aber gesagt, daß Theben unglücklich wäre, seit Laios ein Kind gezeugt hat, und die Selbstblendung von den Göttern nur zugelassen wäre, um Hellas dies vor Augen zu führen. Die Söhne hätten es trotz den Göttern verbergen wollen und den Vater eingesperrt usw. Er, Teiresias, hätte ihnen auch oft Vorstellungen gemacht (867—878). Also damals schon hat er gesagt, ganz Hellas sollte nach der Götter Willen den Oidipus sehen, Oidipus selbst hatte schon damals fortgewollt (875). Ohne Zweifel war so die alte epische Geschichte, denn

[1] Daß sie dies sagt, ist unten gezeigt, wo die Arie ausgeschrieben ist.

bei Sophokles will er ja auch fort, und Kreon bringt ihn nur ins Haus zurück, damit das Drama einen Abschluß erhält, die Zukunft kann auch dort nicht anders gedacht werden. Es ist also nicht das mindeste an Kreons Handlung verwunderlich; der Teiresias des Euripides konnte dagegen auf der Bühne die Ausweisung gar nicht verlangen: Eteokles war noch König und die Stadt noch belagert. Kreon führt jetzt das Seherwort, das irgendwann gefallen ist, zu seiner eigenen Entlastung an. Oidipus ist betrübt, aber er grollt dem Kreon nicht und wird sich fügen. So kann dieser den Befehl wider Polyneikes verkünden, wieder als Auftrag eines anderen. Er verbindet damit die Aufforderung an Antigone, ihm als Schwiegertochter ins Haus zu folgen, auch das im Sinne des Eteokles und gewiß in bester Absicht. Wenn sie sich mit Leidenschaft dagegen wendet, sich an die Leiche klammert, als ihr die Schergen nahen, Kreon erst droht, dann an die Verlobung mit Haimon mahnt, so ergibt sich lebhafte Wechselrede und wirkungsvolle Aktion. Antigone behält den Sieg. Als sie dem Vater zu folgen erklärt und im Falle des Zwanges ihrem Bräutigam den Tod droht, weicht Kreon ohne weiteres. Er geht ab, Antigone hat das Feld frei. Daß Kreon so klanglos verschwindet, also die Bestattung selbst des Eteokles nicht vollzieht, ist ein Beweis dafür, daß der Dichter diese Dinge ganz im Dunkel lassen wollte. Er strebte zum Schluß; das Drama war überlang, geschickte Ökonomie mußte den Abbruch verbergen. Wie Antigone, nachdem sie für Oidipus gesorgt hat, ihre Pflicht an dem Bruder erfüllt hat, erfahren wir nicht: aus der Geschichte wissen wir, daß sie es getan hat. Das muß uns genügen. Daß wir nicht Zeit zum Nachdenken haben, bewirkt das Eintreten einer neuen Verwickelung. Oidipus beginnt, er will die Begleitung seiner Tochter ablehnen: sie widerspricht, es kommt zu keiner Einigung. Der Vater verlangt inzwischen, wie wir das schon oben erwarteten, an die einzelnen Leichen geführt zu werden: das ergibt jenes rührende szenische Bild, das die bildende Kunst festgehalten hat. Als Oidipus den Rundgang vollendet hat (wobei Antigone noch einmal ihre besondere Liebe zu Polyneikes auszusprechen Gelegenheit findet, 1702, damit wir nicht etwa meinen, sie hätte über dem Vater der Brüder vergessen), ist ihm eingefallen, daß ihm nach einem alten Gottesspruche der Tod in Kolonos bestimmt ist: das zu erfüllen bedarf er eines Führers; er nimmt also die Begleitung seiner Tochter jetzt an. Es muß einleuchten, daß Euripides ein neues Motiv nötig hatte, um den Widerwillen des Oidipus zu überwinden; es ist also ganz unzulässig, den Kolonos zu entfernen, und die Heranziehung einer attischen Lokalsage ist doch auch so recht in der Art dieses Dichters. Nun setzen sie sich in Bewegung, sie singen schon während

des Gehens.[1] Was sollen wir anderes annehmen, als daß sie wirklich die Bühne verlassen? Metrisch sind es vier Perikopen, eins und drei iambisch, zwei und vier trochäisch, ein Ithyphallikus als Klausel dahinter: da ist auch metrisch ein Abschluß. Dem entspricht der Inhalt. Der blinde schwankende Greis, von der Tochter gestützt, wankt langsam über die Bühne: durch Wechselgesang werden die Stationen bezeichnet. Zuletzt sagt er: »Dies bin ich, der einst himmelhohen Ruhm erwarb«.[2] Sie dagegen: »Laß das Prahlen, jetzt ist dir beschieden, fern der Heimat irgendwo zu verenden«. Wahrlich ein Abgang ganz im Stile des Euripides. Vor allem ist es ein Schluß; da kann nichts folgen, es sei denn ein gleichgültiges Chorwort, das im Abziehen gesungen wird, wie die konventionelle Bitte der Schauspieler um den Sieg, die wie am Schlusse anderer Dramen so hier (1763) steht. Das Drama geht das nichts mehr an; daß dies, obwohl die Bühne noch mit den Bahren besetzt ist, schließen kann, ist der Weise der letzten Periode des Euripides angemessen. So ist es in den Bakchen, und Helene und Orestes schließen mit ganz voller Szene, um den Chor kümmert man sich dort ebensowenig wie hier.

Die letzten Worte des Oidipus und der Antigone sind offenbar von der Selbstvorstellung und Selbstkritik angeregt, mit denen Sophokles seinen Oidipus geschlossen hat. Damit ist gesagt, daß das Plagiat an diesem, das nun als Schluß der Phönissen überliefert ist und von Euripides unmöglich herrühren kann, eine Dublette zu dieser lyrischen, des Dichters würdigen Nachbildung ist. Ich setze den Anfang der Tetrameter her; man wird leicht sehen, daß es nicht angeht, mit Valckenaer nur zwei oder gar mit Porson nur einen Vers

---

[1] Für die Unempfindlichkeit gegen metrische Fehler, mit der Euripides ediert ist und wird, ist es bezeichnend, daß man diesen iambischen Tetrameter erträgt, 1714,

ἰδοὺ πορεύομαι τέκνον· σύ μοι ποδαγὸς ἀθλία [γενοῦ].

Das Glossem stammt aus der Antwort γενόμεθα, γενόμεθ᾽ ἄθλιοί γε δῆτα. 1722 weisen die Scholien ein ähnliches Glossem aus ὥστ᾽ ὄνειρον ἰσχὺν [ἔχων]; das hat Hermann erkannt, ohne die Scholien anzusehen; er hatte auch 1714 mit einem schlechten Zusatze das Versmaß hergestellt. Auch 1727 hat er die Lücke erkannt, die älter als die Scholien ist; ich meine sie gut auszufüllen: ἰὼ ἰὼ δυστυχεστάτας φυγὰς ⟨δαίμων⟩ ἐλαύνων τὸν γέροντά μ᾽ ἐκ πάτρας· ἰὼ ἰὼ δεινὰ δείν᾽ ἐγὼ τλάς. Worauf Antigone erwidert: τί τλάς, τί τλάς; οὐχ ὁρᾷ Δίκα κακοὺς οὐδ᾽ ἀμείβεται βροτῶν ἀσυνεσίας. Das letzte Wort ist eine der sophistischen Neubildungen, wie sie Euripides in den letzten Jahren sich erlaubt oder doch in den tragischen Stil einführt; gemeint sind nicht ἀσύνετα, unverständige Taten, sondern was man παρὰ σύνεσιν συνείδησιν tut. ὁ Οἰδίπους οὐ συνῆκεν ἅτινα ἔπραξεν, es sind also ἀκούσια.

[2] ὅδ᾽ εἰμὶ Μοῦσαν ὃς ἐπὶ καλλίνικον οὐράνιον ἔβα
⟨μειξο⟩παρθένου κόρας αἴνιγμα συνετὸν εὑρών.

Auch hier halte ich eine Ergänzung für angezeigt: παρθένος κόρη ist für die Sphinx schwerlich eine mögliche Bezeichnung. Das Versmaß fordert den Zusatz nicht gerade, aber es wird viel gefälliger.

zu verwerfen: Hartung hat mit Recht alles dem Euripides abgesprochen.

ὦ πάτρας κλεινῆς πολῖται λεύσσετ', Οἰδίπους ὅδε,
ὃς τὰ κλείν' αἰνίγματ' ἔγνω καὶ μέγιστος ἦν ἀνήρ,
1760 ὃς μόνος σφιγγὸς κατέσχεν τῆς μιαιφόνου κράτη,
νῦν ἄτιμος αὐτὸς οἰκτρὸς ἐξελαύνομαι χθονός.[1]

Aber wenn dies fällt, was wird aus der lyrischen Partie davor? Unmittelbar nachdem sie dem Vater das Selbstlob verwiesen hat, soll Antigone sagen: »Ich hinterlasse meinen Gespielinnen Tränen der Sehnsucht und ziehe in ein Bettlerleben«. Ohne Zusammenhang; sie muß wohl noch einmal Halt machen, ehe sie die Bühne verläßt. Wie ist das denkbar? Es folgt:

φεῦ τὸ χρήσιμον φρενῶν
εἰς πατρός γε συμφορὰς
εὐκλεᾶ με θήσει

Das müßte sie also auch sagen. Aber das Scholion τινὲς καὶ τοῦτο τῆς Ἀντιγόνης λέγουσι zeigt, daß vielmehr der ältere Text einen anderen Redner voraussetzte, also σε für με hatte. Und offenbar ist dies wirklich eine Beschwichtigung ihrer Klage. Daß Oidipus die Worte wirklich sprechen sollte, zeigt die Anrede πάτερ in Antigones Antwort.

τάλαιν' ἐγώ, συγγόνου θ' ὑβρισμάτων
ὃς ἐκ δόμων νέκυς ἄθαπτος οἴχεται
μέλεος, ὅν, εἴ με καὶ πάτερ θανεῖν χρεών, σκότια γῆι καλύψω

Aber der Bruder ist ja noch gar nicht aus dem Hause geworfen, sondern liegt auf der Bahre, an der sie vor wenigen Minuten gekniet hat. Und die Absicht, ihn zu begraben, hat sie zwar, aber wenn er verständig war, mußte Euripides über den Konflikt der Pflichten hier so klug hinweggehn, wie er den Kreon entfernt hatte. Sprachlich ist τε in συγγόνου θ' ὑβρισμάτων falsch; καί sollte stehen, weswegen man ein erstes Glied irgendwie eingefügt hat, ohne doch Wahrscheinlichkeit zu erreichen.[2] Der Dialog geht weiter; die Scholien bezeugen die Personenverteilung und Bezeichnung.

[1] Es ist ein ganz schlechter Ausweg, erst die beiden ersten Verse, weil sie von Sophokles sind, streichen und dann an ihrer Stelle eine Lücke statuieren. Was sollte denn anderes darin stecken? Und liegt nicht in den Tetrametern überhaupt das Plagium? Und deckt sich nicht 1760 mit 1728?

[2] Das Scholion ἀθλία εἰμὶ ἕνεκα τῶν σῶν κακῶν καὶ τῶν τοῦ ἀδελφοῦ ὕβρεων gibt den Sinn, σῶν oder σοῦ einzufügen gibt es kein Recht, und der folgende Vers widerrät die Ausfüllung der unterdrückten Senkung. Freilich, wenn der Vers von Euripides sein soll, muß geändert werden. Mehrfach ist versucht, eine Korrelation zwischen Antigone und ihrem Bruder herzustellen, sehr unbedacht: ihr sind doch keine ὑβρίσματα zugefügt.

Ο. πρὸς ἥλικας φάνηθι σάς. Α. ἅλις ὀδυρμάτων ἐμῶν.
Ο. σὺ δ' ἀμφὶ βωμίους λιτάς. Α. κόρον ἔχουσ' ἐμῶν κακῶν.
Ο. ἴθ' ἀλλὰ Βρόμιος ἵνα τε σηκὸς ἄβατος ὄρεσι μαινάδων.
Α. Καδμείαν ᾧ νεβρίδα στολιδω-
σαμένα ποτ' ἐγὼ Σεμέλας θίασον
ἱερὸν ὄρεσιν ἀνεχόρευσα χάριν ἀχάριτον εἰς θεοὺς διδοῦσα.

Der Ausdruck ist kaum verständlich; gemeint muß sein, wie der Scholiast versteht »wende dich an deine Gespielen« . . »oder zu Gebet vor den Altären« . . . »oder gehe wenigstens an das Dionysosheiligtum auf dem Kithairon«. φαίνεσθαι πρός τινα sollte nur da gesagt werden, wo der Erscheinende in den Gesichtskreis der betreffenden Person tritt: hier ist es nichts als τρέπεσθαι, und mit ἀμφὶ βωμίους λιτάς kann es nur durch ein schweres Zeugma verbunden werden. Wenn dann vollends die Antwort ἅλις ἔχουσ' ἐμῶν κακῶν aus dem Adjektiv βώμιος die Altäre oder in Wahrheit die Götter herausnimmt, so ist das maßlos hart. Und der einfache Relativsatz als Antwort auf die Aufforderung auf den Kithairon zu gehen läßt den Personenwechsel kaum erkennen; ob es eine Frage ist, bleibt ganz ungewiß. ἵνα τε 1751 steht mit abundierendem τε; das gibt es bei Euripides nicht; der Verfasser mischte unbedacht Episches ein.[1] Nicht besser steht es um den Sinn. Mag Antigone die Mahnung, von ihren Gespielinnen Abschied zu nehmen oder bei den Altären Schutz zu suchen, mit Fug ablehnen, so kann doch Oidipus, der eben im Aufbruche ist, die Führerin nicht fortschicken. Und wer sind die Gespielinnen? Der Chor? Die fremden Weiber? Und sieht denn die der blinde Mann? Dann will er die Tochter gar auf den Kithairon schicken. Was tut er derweil? Geht er mit? Er will ja nach Athen. Sie aber sagt »Da bin ich schon gewesen, und die Götter haben es mir nicht gedankt«. Das soll eine Ablehnung sein, denn unmittelbar folgen die trochäischen Tetrameter, mit denen Oidipus abgeht, d. h. da sie nicht anders will, geht er mit ihr. Ich denke, das soll man lassen, wie es ist, aber die Stümperei anerkennen.

Kein Wort mehr darüber, daß diese Versreihe nach dem, was sich als Worte des abgehenden Paares herausgestellt hat (1728—36), ganz unmöglich ist. Die trochäischen Tetrameter sind zu diesem Schlußworte eine Dublette: nicht anders ist über die lyrische Partie zu urteilen. Sie wird mindestens sehr viel erträglicher, wenn sie unmittelbar an den Dialog und die Aufforderung des Vaters anschließt:

---

[1] Valckenaer hatte dies bemerkt, Porson wußte es natürlich, Hermann hätte es auch wissen sollen, statt Valckenaer vorzuhalten *quem melius callere sermonem poeticum oportebat.* Freilich war ἵνα γε verkehrt, aber darum ist, was Homerisch ist, noch lange nicht Euripideisch.

»Nun geleite mich, da du mit mir gehen willst«. Da sagt sie 1737: »Ja, ich gehe, und meine Gespielinnen werden mir nachklagen«, (Oid.) »aber deine Pietät wird dir Ruhm bringen«. (Ant.) »Meinen armen Bruder werde ich auch noch bestatten.« Das sagt sie nun, indem sie von dessen Leiche sich erhebt, wo sie 1702 sich befand. (Oid.) »Sage deinen Gespielinnen Lebewohl«. (Ant.) »Ich mag nicht« usw. Der Vater kann das als Vorbereitung des Aufbruches betrachten. Freilich, daß er die Phönikierinnen berücksichtigt, bleibt verkehrt, und der Kithairon wird übel eingemischt[1]; aber es ist eben nicht Euripides, der hier redet. Wir müssen von 1736 an eine Dublette zu dem Stücke 1710—35 kennzeichnen; es ist im großen, was so oft im kleinen vorliegt, und vielleicht hatte der Herausgeber der maßgebenden alexandrinischen Ausgabe Zeichen, Sigmen und Antisigmen etwa, gesetzt. Daß er, wenn er in verschiedenen Exemplaren verschiedene Schlüsse fand, beides gab, entspricht der Vorsicht, die auch im Homer die Menge notorisch falscher Verse erhalten hat. Weswegen ein Regisseur des 4. Jahrhunderts eine Änderung beliebt hat, weiß ich nicht zu sagen; aber das wissen wir doch bei vielen Dittographien ebensowenig.

Hier könnte ich schließen; aber wieder mag ich die große lyrische Szene nicht in der metrischen Verwahrlosung lassen, in der sie gedruckt wird, so daß ziemlich allen Lesern die Kunst des Dichters unverständlich bleibt.

1485 οὐ προκαλυπτομένα βοτρυχώδεοϲ
    ἁβρὰ παρηίδοϲ οὐδ' ὑπὸ παρθενί-
    αϲ τὸν ὑπὸ βλεφάροιϲ φοίνικ', ἐρύθημα προϲώπου[2],
αἰδομένα φέρομαι βάκχα νεκύ-
    ων κράδεμνα δικοῦϲα κόμαϲ ἀπ' ἐ-
1490 μᾶϲ ϲτολίδα κροκόεϲϲαν ἀνεῖϲα τρυφᾶϲ.
ἁγεμόνευμα νεκροῖϲι πολύϲτονον, αἰαῖ.[3]
ἰώ μοι
ὦ Πολύνεικεϲ ἔφυϲ ἄρ' ἐπώνυμοϲ,
    ὤμοι μοι Θῆβαι[4].

[1] Dazu wird verführt haben, daß die alte Sage den Oidipus eben dorthinaus ziehen ließ, wie das Sophokles mehrfach andeutet.

[2] Die Röte des Gesichtes ist Erklärung zu dem »Purpur unter den Augen«, aber Euripides selbst fand die Erklärung nötig: das zeigt das Versmaſs.

[3] Man darf nicht αἰαῖ ἰώμοι zusammennehmen. Die Phönissen verkürzen schließenden Vokal vor vokalischem Anlaute nie; hier am Schlusse der Reihe würde es vollends übel ins Ohr fallen.

[4] Dies muß als überliefert gelten. Hermanns Änderung Θήβαιϲ hat unverdientes Glück gemacht: seinen Namen hat Polyneikes wahr gemacht, und das hat Theben zu leiden gehabt. ἐπώνυμοϲ Θήβαιϲ würde er geworden sein, wenn er es Πολυνείκεια genannt hätte.

1495 σὰ δ' ἔρις οὐκ ἔρις ἀλλὰ φόνωι φόνος
  Οἰδιπόδα δόμον ὤλεσε κρανθεῖς'
  αἵματι δεινῶι
αἵματι λυγρῶι.
τίνα προσωιδὸν
ἢ τίνα μουσοπόλον στοναχὰν ἐπὶ
1500 δάκρυσι δάκρυσιν ὦ δόμος ὦ δόμος
  ἀνακαλοῦμαι;
τρισσὰ φέρω[1] τάδε σώματα σύγγονα,
  ματέρα καὶ τέκνα, χάρματ' Ἐρινύος,
  ἃ δόμον Οἰδιπόδα πρόπαν ὤλεσε,
1505 τᾶς ἀγρίας ὅτε δυσξυνέτου ξυνε-
  τὸν μέλος[2] ἔγνω
Σφιγγὸς ἀοιδοῦ
σῶμα φονεύσας.

Die einfachen daktylischen Reihen sind durch das Einrücken in ihrer Gliederung genügend bezeichnet. Unterbrochen werden sie durch trochäische Metra, 1498, 1501 (wo das überlieferte ἀνακαλέσομαι so unmetrisch ist wie das gemeiniglich dafür gesetzte ἀνακαλέσωμαι; herzustellen war die attische Form des Futurums). Dazu gehört 1557 ξίφεσι βρίθων, wo man unglaublicherweise mit ξίφεσιν einen Anapäst in die Daktylen einführt. Ferner steht 1494 ein Dochmius; ein solcher kehrt 1508 wieder. ἰώμοι 1492 ist Interjektion.

Nun folgt eine ionische Partie, durch einen Dochmius eingeleitet; hier muß ich wohl möglichst kurze Reihen absetzen und zuweilen das Schema daneben; der in diesem Maße normale Wechsel ist den meisten zu fremdartig.

ἰώ μοι πάτερ,
1510 τίς Ἑλλὰς ἢ βάρβαρος ἢ   ⏑ – ⏑ – | – ⏑⏑ –
  τῶν προπάροιθ' εὐγενετᾶν   – ⏑⏑ – | – ⏑⏑ –
  ἕτερος ἔτλα κακῶν τοσῶνδ'   ⏑ ⏑⏑ ⏑ – | ⏑ – ⏑ –
  αἵματος ἁμερίου τοι-   – ⏑⏑ – | ⏑⏑ – –
  άδ' ἄχεα φανερά, τάλας ὡς ἐλελίζει[3];   ⏑⏑ ⏑⏑ ⏑⏑ | ⏑⏑ – – | ⏑⏑ – –

---

[1] φέρουσα überliefert; man hat an τάδε geändert, das doch zur Vorstellung der Leiden erfordert ist.

[2] Es ist sehr billig, so zu ändern, daß das Rätsel schwer zu verstehen war und die Sphinx oder Oidipus verständig. Eben darum ist es des Dichters Wille, daß das Rätsel klug ist und die Sphinx schwer zu verstehen. 1731 teilen die meisten Handschriften ab αἴνιγμ' ἀσύνετον; aber das bedeutet bei Euripides nicht unverständlich, sondern unverständig, und da Oidipus jetzt gerade als τρίπους des Rätsels Sinn vor Augen führt, ist συνετόν besonders angemessen.

[3] τάλαιν' ist überliefert; aber nur Oidipus selbst kann mehr Schmerz ertragen haben, als irgend ein Mensch.

1515 τίς ἄρ' ὄρνις ἢ δρυὸς ἢ[1]
ἐλάτας ἀκροκόμοις ἀμφὶ κλάδοις ἑζομένα
μονομάτορσιν[2] ὀδυρμοῖς
ἐμοῖς ἄχεσι συνῳδός,
αἴλινον αἰάγμασιν ἃ
1520 τοῖσδε προκλαίω, μονάδ' αἰ-
ῶνα διάξουσα τὸν ἀ-
εὶ χρόνον ἐν λειβομένοισιν δακρύοις.[3]
τίν' ἐπὶ πρῶτον ἀπὸ χαί- ⏑⏑ ⏑ – | ⏑⏑ ⏑ –
τας σπαραγμοῖς[4] ἀπαρχὰς βάλω; – ⏑ – | – ⏑ – | – ⏑ –
1525 ματρὸς ἐμᾶς ἦ[5] διδύμοι- – ⏑⏑ – | – ⏑⏑ –
σι γάλακτος παρὰ μαστοῖς, ⏑⏑ – – | ⏑⏑ – –
ἢ πρὸς ἀδελφῶν οὐλόμεν' – ⏑⏑ – | – – ⏑⏑
αἰκίσματα νεκρῶν; – – ⏑⏑ | – –
ὀτοτοῖ[6] λεῖπε σοὺς δόμους, ⏑⏑ – – | ⏑ – ⏑ –
1530 ἀλαὸν ⟨δ'⟩ ὄμμα φέρων
πάτερ γεραιὲ δεῖξον
Οἰδιπόδα, σὸν αἰῶνα μέλεον, ὃς ἐπὶ
δώμασιν ἀέριον σκότον ὄμμασι[7]
σοῖσι βαλὼν ἕλκεις μακρόπνουν ζόαν·
1535 κλύεις ὦ κατ' αὐλὰν ἀλαίνων γεραιὸν 4 Bakch.
πόδ' ⟨ἢ⟩[8] δεμνίοις
δύστανος ἰαύων.

---

[1] ἢ bleibt lang, weil die Wendung δρυὸς ἢ ἐλάτας, Laubbaum oder Nadelbaum, formelhaft ist, zu Herakl. 241.

[2] μονομάτορος überliefert, unverständlich. »Welcher Vogel, auf den Zweigen sitzend, stimmt in meine Schmerzen ein mit den Klagen ...« Offenbar brauchen die ὀδυρμοί das Epitheton, und weshalb der Vogel klagt, muß gesagt sein. Auch das Versmaß weist den Weg zur Heilung. μονομάτωρ ist sehr kühn im Sinne von μονωθεῖσα μάτηρ gesagt: das hat der Scholiast richtig gefühlt, wenn er an Prokne denkt. Das typische Bild des Schmerzes ist der Vogel, dem die Jungen geraubt sind.

[3] Hier steht noch ἰαχήσω, von Burges entfernt.

[4] σπαραγμοῖσιν überliefert.

[5] ἦ habe ich aus ἐν gemacht. Sie schwankt wirklich, ob sie sich hier oder dorthin wenden soll.

[6] Die Interjektion ist wie gewöhnlich verschieden geschrieben: das Versmaß entscheidet.

[7] δώμασι ist sinnlos, wie oft bemerkt ist. »Zeige deinen αἰών, d. i. zeige, daß du noch lebst.« »Der du ein langatmendes Leben hinziehst, nachdem du umnebelnde Finsternis auf deine Augen geworfen hast.« Dies der Sinn. Man möchte ὄμμασι als Korrektur an die Stelle von δώμασι setzen; dann wäre der Sinn gut und ἀέριον σκότον ein Dochmius, den wir fordern. Aber vorher ist dann kein Vers. Der überlieferte daktylische Tetrameter ist auch undenkbar: hier hat also ein Metriker geändert. Daher ist wohl das echte nicht zu erreichen; ich verzichte auf billige exemplifikatorische Ergänzung.

[8] ἢ von Schöne ergänzt: der Blinde irrt entweder in dem Hofe herum oder liegt auf seinem Bette.

Die Beimischung der Kretiker, Bakcheen, Dochmien, die reizianische Klausel, alles ist ganz in der Ordnung; die Verwandtschaft mit den Persern des Timotheos leuchtet ein. Die Ioniker, die zwar den Diiambus und Choriambus, einzeln den Ionicus a maiore, zulassen, sind dagegen ohne die auf das nächste Metron übergreifende Anaklasis; auch Katalexe ist selten.

Oidipus tritt mit drei ionischen Pentametern auf, die durch die bakcheische Form des ersten Fußes und durch einen unreinen Anlaut des Fußes im letzten Verse sich abheben.[1] Die folgende daktylische Partie brauche ich wohl nicht abzuschreiben; die sinnlose Abteilung, die z. B. 1546 und 1547 Anapäste erzeugt, korrigiert sich leicht, wenn man den Daktylen folgt. 1560 ist ein iambischer Tetrameter eingefügt

αἰαῖ — τί τάδε καταστένεις; — τέκνα — δι' ὀδύνας ἔβας.
εἰ δὲ τέθριππά γ' ἔθ' ἅρματα λεύσσων
ἀελίου τάδε σώματα νεκρῶν
ὄμματος αὐγαῖς
σαῖς ἐπενώμας.

Sie lenkt in die Daktylen zurück. In den Worten habe ich eine, wie mich dünkt, gute Emendation gemacht, εἰ δέ für εἰ τά; schon die Scholien haben sich vergeblich geplagt. Antigone sagt »du hast zwar Leid durchgemacht, aber wenn du noch mit sehenden Augen diese Leichen erblicken müßtest« mit Unterdrückung des Nachsatzes »wieviel schlimmer wäre das«. Beispiele für diese Aposiopese habe ich zu einer ganz ähnlichen Stelle Her. 1074 beigebracht. Nun erst ist γε berechtigt. Oidipus fragt weiter in einfachen Daktylen nach Iokaste; Antigones Antwort setze ich noch ganz her.

δάκρυα γοερὰ φανερὰ πᾶσι τιθεμένα
τέκεσι μαστὸν ἔφερεν ἔφερεν
    ἱκέτις ἱκέταν[2] ὀρομένα
1570 εὗρε δ' ἐπ' Ἠλέκτραισι πύλαις τέκνα
    λωτοτρόφον κατὰ λείμακα λόγχαις
κοινὸν ἐνυάλιον
μάτηρ ὥστε λέοντας ἐναύλους

---

[1] Ich habe sie hergestellt Isyll. 152, und, wie schon Hartung, in πολιὸν αἰθέρος [ἀφανὲς] εἴδωλον den Zusatz getilgt. O. Schröder verteidigt eben die Überlieferung (Herm. 38, 225). Ich verstehe seine Messung nicht: ich sehe auch nicht, wieso ich den simpeln Galliambus – – ⏑⏑ | ⏑⏑ – – in – – ⏑ | ⏑⏑⏑ – – zerreißen soll. Die Hauptsache bleibt der Sinn: Oidipus sagt, ich bin entweder ein Luftgebilde, wie die Helene in Troia, αἰθέρος εἴδωλον, oder ein Toter aus dem Hades oder ein Traum. So erscheint er: ἀφανής ist er in keiner Gestalt. Daher ist auch Weils geistreiche Änderung αἰθεροφανές nicht annehmbar; sie zerstört auch den Vers.

[2] ἱκέταν paßt allein zu μαστόν; ἱκέτιν (M) ist nichts als ἱκέτην. Das Versmaß gestattet die Länge.

μαρναμένους, φονίαν ἐπὶ τραύμασιν αἵματος ἤδη
1575 ψυχρὰν λοιβάν,
ἂν ἔλαχ᾽ Ἅιδης
ὤπασε δ᾽ Ἄρης,
χαλκόκροτον δὲ λαβοῦσα νεκρῶν πάρα φάσγανον εἴσω
σαρκὸς ἔβαψεν, ἄχει δὲ τέκνων ἔπεσ᾽ ἀμφὶ τέκνοισι,
1580 πάντα δ᾽ ἐν ἄματι τῶιδε συνήγαγεν,
ὦ πάτερ, ἁμετέροισι δόμοισιν ἄ-
χη θεός, ὃς τάδε τελευτᾶι.

Es sind überwiegend Daktylen, Dimeter, Tetrameter, Hexameter, außer dem einen katalektischen Trimeter (dem πενθημιμερές, wie die Alten sagen, 1572). Die Gattung ist es, die ich eben zu Timotheos 142—46 besprochen habe. Ganz wie dort 143 ist hier am Ende an einen daktylischen Dimeter ein katalektisches iambisches Metron geschlossen (τελευτᾶι), und wenn Timotheos sie mit verschiedenen Formen der im Grunde iambischen Gattung verbindet, so schließen sie hier an Trochäen, die aber überwiegend aufgelöst sind (1567—69). Das hat nicht wenig Parallelen, z. B. Bakch. 576—601 (bei Bruhn hergestellt), Aristoph. Lysistr. 1279—91, Ekkl. 1169—75. Offenbar sind es ganz besondere Daktylen. Hier ist einmal von der Überlieferung ein Anapäst eingesetzt, was das Versmaß geradezu umkehrt, 1578 ἤδη ψυχρὰν λοιβὰν φονίαν. Aber der Sinn duldet es nicht. »Am elektrischen Tore fand die Mutter ihre Söhne; sie, die auf dem Rasen voll Klee, wie zwei Löwen der Felder, den Wechselmord kämpften (ξυνὸς ἐνυάλιος, καί τε κτανέοντα κατέκτα), fand sie als eine rote Blutspende, an den Wunden schon erkaltet, die Hades erhielt, Ares darbrachte«. So ist der kühn und künstlich gebaute Satz gemeint. Iokaste kam, als der Kampf aus war; also ist μαρναμένους nicht als Präsens gemeint: das Verbum hat kein Präteritum; das Partizip ist nicht temporal zu verstehen, sondern gleich einem ἐμάρναντο δὲ κοινὸν ἐνυάλιον, ἤδη δὲ ἡ ἐπὶ τοῖς τραύμασιν λοιβὴ ψυχρὰ ἦν. Also kann ἐπὶ τραύμασι nicht zu μαρναμένους gezogen werden, obwohl die Brüder verwundet waren, als sie beide den tötlichen Streich führten; denn dann wäre die Mutter noch zu dem zweiten Gange gekommen. Also ist φονίαν, das hinter λοιβάν überliefert ist, vor ἐπὶ τραύμασι zu rücken; damit sind die Daktylen hergestellt.

Prophezeiungen eines ägyptischen Weisen aus dem Papyrus I, 344 in Leiden.

Vorläufige Mitteilung.

Von H. O. Lange
in Kopenhagen.

(Vorgelegt von Hrn. Erman.)

Der Papyrus I, 344 des Reichsmuseums für Altertümer in Leiden ist bisher nicht richtig von den Ägyptologen gewürdigt worden. Trotzdem er seit lange in einem von T. Hooiberg besorgten, für tiefergehende Studien freilich unzulänglichen Faksimile vorliegt[1], hat nur der verstorbene Lauth sich daran gewagt, eine Übersetzung der best erhaltenen Seiten zu geben[2], nachdem er vorher eine Analyse der übrigen Teile versucht hatte.[3] Im Anschluß an die kurzen Bemerkungen, die Chabas über den Papyrus in dem knappen Text zu der Leidener Papyruspublikation[4] gemacht hatte, hat Lauth Lehrsprüche als Inhalt des Buches erkennen wollen und hat dann unseren Text für seine unglückliche Theorie von der »ägyptischen Hochschule zu *Chennu*« verwertet. Obschon er eine ganze Reihe von Stellen ziemlich richtig übersetzt hat und eine für seine Zeit gute Kenntnis der hieratischen Schrift an den Tag legt, ist sein Aufsatz doch im ganzen verfehlt. Nach ihm hat, soviel ich weiß, nur Heinrich Brugsch sich mit diesem Text beschäftigt, wie das eine Reihe von Zitaten daraus in seinem Wörterbuch zeigt; er hat sich nicht schriftlich über seine Auffassung des Ganzen ausgesprochen, aber vor Jahren hat mir Hr. Prof. Erman mitgeteilt, daß Brugsch ihm gegenüber diesen Text für eine altägyptische Rätselsammlung erklärt hatte.

Sonst ist der Text bei allen Fachgenossen in Verruf gewesen, was sich teils aus der schlechten Erhaltung und teils aus dem sonderbaren und einzigartigen Inhalt erklärt.

---

[1] Leemans, Monumenten II Taf. 105—113.
[2] Altägyptische Lehrsprüche (Sitzungsber. d. Bayer. Akad. 1872 S. 347—404).
[3] Sitzungsber. d. Bayer. Akad. 1872 S. 80—88.
[4] Leemans, Monumenten II. 1 Text S. 68—69.

Ich habe mich seit Jahren mit diesem Papyrus beschäftigt und habe auch das Original in Leiden untersucht. Ich bin jetzt zu einer bestimmten Anschauung über den Text gelangt, die den meisten unerwartet sein dürfte, und erlaube mir diese vorläufigen Mitteilungen hier vorzulegen, die eines der merkwürdigsten Literaturwerke betreffen, die uns das ägyptische Altertum hinterlassen hat. Eine Ausgabe soll — hoffentlich binnen Jahresfrist — die näheren Belege der hier gegebenen Auffassungen und Übersetzungen geben.

Der Papyrus besteht jetzt aus 17 Seiten, von denen die erste bis auf das linke Drittel verloren ist. Seite 9—16 sind sehr beschädigt, die Mitte der Seiten fehlt und nur einige Zeilen oben und unten sind unversehrt; von S. 17 ist nur noch der Anfang von den ersten zwei Zeilen vorhanden. Dieses war die letzte Seite, denn unten an ihr sind Reste eines anderen Textes, der von einer späteren Hand geschrieben ist. Die Rückseite enthält Hymnen, nach den Schriftzügen zu urteilen aus der 19. bis 20. Dynastie. Leider sind auch die besser erhaltenen Seiten öfters ziemlich abgerieben, und der Text ist an vielen interessanten Stellen defekt und daher unverständlich.

Es ist eine Literaturhandschrift und keine Schülerhandschrift. Einige saubere Korrekturen sind gemacht, und im ganzen ist der alte Text viel besser wiedergegeben, als es sonst in Handschriften des neuen Reiches der Fall ist. Die mittelägyptische Literatursprache ist ziemlich rein und frei von orthographischen Ungeheuerlichkeiten erhalten. Die Handschrift scheint aus dem Anfang der 19. Dynastie zu stammen.

Der Verfasser und die Hauptperson des Textes ist XV, 13 genannt: [hieroglyphs]; die vorhergehenden neun Zeilen sind verloren. Der Name des Mannes ist also *'Ipw* oder *'Ipw-wr*, falls [hieroglyph] nicht Determinativ ist. Er steht vor dem *Allherrscher*, was sonst ein Epitheton der großen Götter ist, hier aber wohl den König bezeichnet. Wir befinden uns an dieser Stelle am Schluß der Erzählung, nach einer großen Rede, die uns in wichtigen Teilen erhalten ist, während uns die Exposition am Anfang fehlt. Man denkt unwillkürlich an den Bauer der Berliner Papyrus P. 3023 und 3025, wo der Hauptteil, die Reden des Bauers, durch eine einleitende Erzählung zur Erklärung der Situation und durch eine Schlußerzählung eingerahmt ist.

Die große Rede des *'Ipw* ist im ersten Hauptteil eine Wahrsagung kommenden Unglücks, von sozialen Umwälzungen und Einfällen fremder Völker. Man merkt ihm an, daß er dabei Sympathie für die Unterjochten hat, und daß er den Großen das Schlimmste wünscht. *Ein*

Mann sieht seinen Sohn als seinen Feind an (I, 5). — *Der Nil flutet über, ohne daß das Feld mit Hülfe von ihm gebaut wird; jeder Mensch sagt: wir wissen, was in dem Lande geschieht. Die Frauen sind unfruchtbar, nicht baut Chnum*[1] *wegen des Zustandes des Landes. Die Geringen werden Besitzer von Herrlichkeiten; der, welcher sich keine Sandalen machen konnte, wird Besitzer von Kornhaufen«* (II, 3—5). — »*Die Pest hat Macht über das Land, Blut ist an allen Orten . . . . Viele Toten werden im Strom begraben, die Flut dient als Grab . . . . Die [Mächtigen?] klagen, die Geringen freuen sich; jede Stadt sagt: Lasset uns die Starken von uns vertreiben!«* (II, 5—8). — »*Das Land wird umgedreht, wie es mit einer Töpferscheibe gemacht wird; der Räuber wird Besitzer von Kornhaufen, [der Reiche] wird ein Gefangener«* (II, 8—9). — »*Der Strom wird zu Blut, man trinkt davon . . . .; man dürstet nach Wasser«* (II, 10). — »*Die Fremdvölker sind im Lande«* (III, 1:). — »*Gold, Lasurstein, Silber, Malachit,* . . *werden an den Hals der Sklavinnen gelegt; die vornehmen Frauen sind über das Land zerstreut, die Ehefrauen* () *sagen: Daß wir doch essen könnten!«* (III, 2—3). —

III, 10 ff. führt er aus, wie dem Schatzhaus die Abgaben entwendet werden; »*wozu dient das Schatzhaus, das seine Abgaben nicht kennt?«* (III, 12). — »*Nicht wird der Sohn eines Mannes* (scheint einen echtgeborenen, dessen Vater bekannt ist, zu bezeichnen; so auch in anderen Texten) *dem vorgezogen, der keinen solchen (Vater) hat«* (IV, 1:). — »*Alle Tiere, ihr Herz weinet, das Vieh schreit wegen des Zustandes [des Landes]«* (V, 5). — »*Ein Mann schlägt den Bruder seiner Mutter«* (V, 10). — *Die Wege sind bewacht(?), man sitzt im Gebüsche bis der Abend kommt . . . um seine Lasten zu nehmen; was auf ihm ist, wird geraubt . . . . . .«* (V, 11—12). — »*Daß doch ein Aufhören unter den Menschen eintrete, ohne Empfängnis, ohne Geburt! Daß doch die Erde still werde von Rufen, ohne . . . .!«* (V, 14 bis VI, 1). — »*Die Bücher des Heiligtums werden fortgeschleppt; die geheimnisvollen Stätten werden enthüllt. Die Zauber werden enthüllt . . . . . Der* *wird geöffnet, die* *werden fortgeschleppt . . . . . Wehe mir wegen der bösen Menschen zu der Zeit!«* (, VI, 5—8).

---

[1] Als Schöpfer der Menschen.

Von I, 9 bis VI, 14 besteht der Text aus kurzen Perioden, die alle mit eingeleitet werden. Hier ist natürlich die enklitische Partikel (Erman, Gramm.[2] § 346). Von VII, 1 bis IX, 8 fangen die Strophen alle mit oder »sehet« an. Dieser Abschnitt ist viel besser erhalten als der erste.

»Sehet, das Feuer nahet sich der Höhe, seine Flamme geht heraus gegen die Feinde des Landes. Sehet, der, welcher es macht, der ist nicht fern. Der König wird von den Elenden fortgeschleppt ..... »Sehet, wenige Menschen, die Ordnung nicht kennen, nahen sich, um dem Lande das Königtum zu rauben« (?) (VII, 1—3). — *Sehet, die Schlange wird aus ihrer Höhle fortgeschleppt, die Geheimnisse der Könige von Ober- und Unterägypten werden enthüllt. Der Palast fürchtet wegen des Mangels ....«* (VII, 5—6). — *Sehet, die Besitzer von prächtigen werden auf die Straße getrieben* ( ); *der, welcher sich kein Grab machen konnte, ist im Schatzhaus. Sehet, dies wird den Menschen geschehen! Der, welcher sich keine Hütte bauen konnte, wird Besitzer von . Sehet, die Beamten des Landes werden über das Land hin getrieben, [die Vornehmen] werden aus den königlichen Häusern verjagt. ...... Der, welcher nicht auf einem schlafen konnte, wird Besitzer eines Bettes. Sehet, der Reiche schläft dürstend; der, welcher sich seine Hefe*(?) *erbettelte, wird Besitzer von . Sehet, der Besitzer von Prachtgewändern* ( ) *steckt in Lumpen* (?); *der, welcher nicht webte, wird Besitzer von Byssus. Sehet, der, welcher sich kein Schiff zimmern konnte, wird Besitzer von Kornhaufen, der Besitzer von solchen betrachtet es (das Schiff), ein solches ist nicht in seinem Besitz. Sehet, der, welcher keine Gurken* ( ) *hatte, wird Besitzer von Gurken; die Besitzer von Gurken entleeren nur Luft*(?) (VII, 8—13). — *Sehet, der, welcher allein* (unverheiratet o. ä.) *wegen Mangels schlief, findet Herrlichkeiten ... Sehet, der Arme wird Besitzer von Kornhaufen, der Große preist ihn.*[1] *Sehet, die Geringen des Landes werden ... ; der Reiche wird arm .... Der, welcher Bote war, kann einen anderen schicken. Sehet, der, welcher kein Brot hatte, wird Besitzer einer Scheune; sein Speicher ist versehen mit den Sachen eines anderen. Sehet, der Kahlköpfige, der kein Öl hatte, wird Besitzer von Töpfen mit süßen Myrrhen ..... Die, welche ihr Antlitz im Wasser betrachtete, wird Besitzerin eines Spiegels ....* (VII, 14 bis VIII, 4).

[1] Als Parasit, wie mir Erman bemerkt.

Dann unterbricht der Prophet seine düsteren Wahrsagungen, um eine kurze Ermahnung einzuschieben: *Sehet, gut ist der Mann, wenn er sein (eigenes) Brot ißt, genieße deiner Sachen in Herzensfreude; was du nicht hast, wende dich davon* (?begehre es nicht?). *Es ist herrlich, wenn ein Mann sein (eigenes) Brot ißt, Gott gibt es dem, der ihn preist.*

Von VIII, 7 fährt er im Ausmalen der kommenden Mißstände fort. Mehrere Strophen sind hier unverständlich, und der Text ist an mehreren Stellen verstümmelt oder fehlerhaft. *Die Schlächter schlagen nieder vom Vieh des Armen, ... Sehet, der, welcher nicht schlachtete, schlachtet Ochsen ..... Sehet, die Schlächter schlagen nieder unter den Gänsen, die den Göttern anstatt Ochsen gegeben werden .... Die vornehmen Frauen fliehen ... hingestreckt aus Furcht vor dem Tod .... Die Besitzer von Betten [schlafen] auf dem Boden ... Sehet, die vornehmen Frauen nahen sich dem Hunger, die Schlächter sättigen sich mit dem, was ihnen* (den Frauen) *bereitet war. Sehet, jedes Amt, nicht ist es an seinem Platz, es ist wie eine umherirrende Herde ohne Hirt. Sehet, die Ochsen laufen weg, ohne daß jemand sie einfängt, jeder Mann holt sich davon, gestempelt mit seinem Namen. Sehet, ein Mann wird an der Seite seines Bruders getötet .... Sehet, der, welcher kein Gespann hatte, wird Besitzer einer Herde; der, welcher für sich keine Pflugochsen finden konnte, wird Besitzer von Vieh. Sehet, der, welcher kein Korn hatte, wird Besitzer einer Scheune; der, welcher sich* [Hieroglyphen] *holen mußte, wird einer, der es ausgehen läßt* (d. h. der es verteilen kann). *Sehet, der, welcher keinen Nachbar hatte, wird Herr von Dienstleuten; der, welcher (sie) hatte, muß selbst als Bote gehen* (VIII, 10 bis IX, 5).

Die Strophen, die mit [Hieroglyphen] anfangen, enden IX, 8, und es folgt dann ein Abschnitt, der bis X, 3 reicht und in mehrere kleinere Perioden geteilt ist, die mit [Hieroglyphen] (rot geschrieben) anfangen. Dieser Abschnitt ist so beschädigt, daß man nur im allgemeinen sieht, daß noch von jener bösen Zeit ([Hieroglyphen] IX, 3) die Rede ist. Der Passus IX, 14 bis X, 3 ist verhältnismäßig gut erhalten, aber die große Lücke vorher steht vorläufig dem Verständnis des Zusammenhanges im Wege.

Dann folgt X, 3 ein Abschnitt, der so anfängt: [Hieroglyphen] »*Weine, du Nordland, du Speicher des Königs ..... Das ganze Königshaus kennt nicht* (d. h. bekommt nicht) *seine Abgaben; ihm gehören das Korn, die Vögel, die Fische, der Byssus usw. ....*« Das Folgende verstehe ich nicht, der Text ist zum Teil verdorben, und Z. 6 fängt eine große Lücke an. Es werden [Hieroglyphen]

(X. 6) und (X, 10) erwähnt.

Es folgen jetzt von X, 12 wenigstens bis XI, 7 Ermahnungen, die mit anfangen, im ganzen acht. Es ist mir nicht gelungen, den Zusammenhang derselben mit dem vorhergehenden und dem nachfolgenden Abschnitt zu erfassen. Es ist von gottesdienstlichen Handlungen und Zeremonien die Rede, z. B. XI, 3—4:

. Vielleicht liegt die Pointe in XI, 5:

Ob der Prophet hier die Äußerlichkeit des Zeremoniewesens straft und darauf aufmerksam macht, wie vergeblich solches an dem kommenden Tage des Unglücks sein wird?

Bereits in der großen Lücke, etwa XI, 10, scheint, nach den vereinzelten erhaltenen Worten zu urteilen, ein neuer Abschnitt anzufangen. Dieser ist eigentlich der merkwürdigste des ganzen Papyrus, um so mehr muß man bedauern, daß nur so wenig davon übrig ist. Der Prophet verkündet hier den Erretter, der das Volk wieder sammeln und Heil und Hülfe bringen wird.

Ich gebe hier den Text des erhaltenen Teils (XI, 13 bis XII, 5):

Von diesem Text läßt sich nicht alles mit Sicherheit übersetzen, aber das, was verständlich ist, ist in der Form und Wortwahl ganz »messianisch« gefärbt. »*Er bringt Kühlung auf das Brennende. Man sagt: Er ist ein Hirt für alle Menschen; nichts Böses ist in seinem Herzen. Wenn seine Herde sich verirrt*(?)*, dann verbringt er den Tag, um sie einzufangen. Die Herzen brennen: Daß er doch ihr Wohl . . . . vollbringe. Wahrlich, er schlägt die Sünde, er streckt*(?) *den Arm gegen sie aus . . . . Die Götter sind in den Herzen (der Menschen), (es wird wieder gezeugt). Nicht wird auf dem Wege einer gefunden, der schlägt. . . . . . Wo ist er heute?*(??) *Ob er vielleicht unter euch schläft?*«

Ich habe mich wiederholt gefragt, ob eine andere Auffassung dieses Abschnitts möglich wäre. Es könnten natürlich auch ganz allgemeine Betrachtungen über »den guten König« sein. Aber bei Erwägung der ganzen Situation ist es doch wahrscheinlich, daß *ʾIpw*, ausgehend von der Schilderung der kommenden sozialen und politischen Zerrüttung des Landes, auf die Abhülfe durch einen von den Göttern geschickten König hinweist. Ein Fragment XI, 11: könnte vielleicht darauf hindeuten.

Von XII, 6 bis XIII, 10 ist der Text ziemlich dunkel und wird von großen Lücken unterbrochen. Es scheint, daß *ʾIpw* hier den König anredet und zeigen will, daß die Verwirrung im Lande schon da ist, und das durch Schuld des Königs.

Ich gebe hier einige Auszüge (XII, 12):

Eine Übersetzung dieses Textes kann ich hier nicht geben. Es handelt sich, scheint es, wesentlich um die allgemeine Gesetzlosigkeit im Lande; die Befehle des Königs werden nicht ausgeführt, das Faustrecht regiert, nur durch Gewalt kann man sich das Leben erhalten, »*wahrlich, du schmeckst schon ein wenig von dem Unglücke, das da kommt*«.

Von XIII, 6 bis XIII, 10 ist jede Erkenntnis des Zusammenhanges durch eine große Lücke unmöglich, aber XIII, 10 sind wir schon in einem neuen Abschnitt, der wenigstens bis XIV, 4 geht; sechsmal werden hier Absätze mit eingeleitet. Ohne Zweifel ist hier der Partikel *ḥm* (Erman, Gramm.[2] § 344), aber es stehen viele Schwierigkeiten dem Verständnisse im Wege.

Ich gebe hier zunächst einen Auszug (XIII, 13 bis XIV, 1):

Es scheint hier von Freude und Glückseligkeit die Rede zu sein. Die Verbindung mit dem Vorhergehenden bleibt unklar, und im Folgenden fehlen mehrere Zeilen ganz.

XIV, 11 bis XV, 3 liegt der Text noch einigermaßen im Zusammenhang vor, aber ich muß auf eine Übersetzung verzichten. Es werden die Nachbarvölker Ägyptens genannt: . . . Wahrscheinlich ist hier von der Erneuerung der politischen Machtstellung Ägyptens die Rede, vergl. XV, 2 (wer dieser ist, ist mir leider unklar). (XV, 3) »*Saget nach Jahren*«.

Nach einer großen Lücke folgt dann das vorletzte Fragment, das in Betracht kommt. Hier ist die einzige klare, aber auch bedeutsame Tatsache die vorher angeführte Erwähnung des Redners. Das übrige bleibt ganz unklar. Im letzten Fragment liest man (XVI, 14): . In welchem Zusammenhang dieser Vandalismus gegen die Toten erwähnt wird, läßt sich leider nicht erkennen. Ob hier die Erfüllung der Prophezeiungen in einer historischen Erzählung dargelegt war?

Wie man sieht, bleibt noch das meiste in dem Buche unklar. Die Komposition und die gewiß kunstvolle Anlage der großen Rede habe ich nicht erkennen können, die Übergänge zwischen den einzelnen Abschnitten sind unklar, die Situation (*ʾIpw* vor dem König und seinen Leuten) läßt sich nur erraten, der Text bleibt auch in den gut erhaltenen Teilen rätselhaft. Doch scheint es mir unverkennbar, daß die Rede Prophezeiungen enthält. Ob das Werk sich auf eine bestimmte geschichtliche Situation bezieht, wo in der Zeit vor der 12. Dynastie die Ordnung im Innern zerrüttet war und fremde Völker eingefallen waren, muß dahinstehen bleiben. Unser Text würde dann ein kunstvolles Seitenstück zu dem schlichten dritten Teil des Papyrus Westcar bilden, wo

auch eine historische Situation verwertet wird. Der Unterschied zwischen beiden springt freilich in die Augen. Unser Text steht literarisch mit dem »Bauer« und dem »Lebensmüden« in einer Gruppe zusammen, Texten, in denen das Hauptgewicht auf dem poetischen und rhetorischen Stil liegt. Was uns von dieser Literaturgattung erhalten ist, entstammt alles dem mittleren Reiche, das ja überhaupt, soweit wir vorläufig sehen können, die klassische Zeit für die altägyptische Literatur bildete. Auch die Prophezeiungen des *ꜣIpw* müssen jetzt unter die Erzeugnisse dieser Periode eingereiht werden; leider wird dieser Prophet wohl immer eine der rätselhaftesten Gestalten dieser Literatur bleiben.

Ausgegeben am 28. Mai.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

XXVIII.

28. Mai 1903.

BERLIN 1903.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«.

§ 1.

[illegible] einzelnen Stücken in Gross-[illegible] regelmässig **Donnerstags acht Tage nach** jeder Sitzung. [illegible] sämmtlichen zu einem Kalender-[illegible] Stücke bilden vorläufig einen Band mit [illegible]. Die einzelnen Stücke erhalten [illegible] den Band ohne Unterschied der [illegible] fortlaufende römische Ordnungs-[illegible] die Berichte über Sitzungen der physikalisch-[illegible] Classe [illegible] der philosophisch-historischen Classe ungerade [illegible].

§ 2.

[illegible] Sitzungsberichte eröffnet eine Übersicht über [illegible] Sitzung vorgetragenen [illegible] Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen [illegible] den Sitzungsberichten [illegible] wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar [illegible] Regel zuerst [illegible] der Sitzung, zu der das Stück gehört, [illegible], welche in früheren Sitzungen mitgetheilt [illegible] zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ [illegible]

[illegible] Sitzung stellt der [illegible] Vorsitzende [illegible] Redaction [illegible] Druck [illegible] Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten.

§ 6.

[illegible] Sitzungsberichte gelten neben § 41, 2 der [illegible] § 28 dieses Reglements die folgenden besonderen Bestimmungen.

[illegible] Mittheilung darf 32 Seiten in Octav [illegible] Sitzungsberichte [illegible] Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, [illegible] auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammt-Akademie oder der betreffenden Classe statthaft.

[illegible] Holzschnitte [illegible] Abbildungen auf die [illegible] Nothwendige [illegible] Mittheilung [illegible] Stöcke [illegible] Exemplare [illegible] Auflage [illegible].

§ 7.

[illegible] Sitzungsberichte [illegible] wissenschaftliche Mittheilung [illegible] Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch [illegible] Ausführung, in [illegible] veröffentlicht sein oder werden.

[illegible] wissenschaftlichen [illegible] diese anderweitig früher zu veröffentlichen [illegible] den Rechtsregeln zusteht, so bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammt-Akademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

5. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 11.

1. Der Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Kopf der Sitzungsberichte mit Jahreszahl, Stücknummer, Tag und Kategorie der Sitzung, darunter der Titel der Mittheilung und der Name des Verfassers stehen.

2. Bei Mittheilungen, die mit dem Kopf der Sitzungsberichte und einem angemessenen Titel nicht über zwei Seiten füllen, fällt in der Regel der Umschlag fort.

3. Einem Verfasser, welcher Mitglied der Akademie ist, steht es frei, auf Kosten der Akademie weitere gleiche Sonderabdrücke bis zur Zahl von noch hundert, und auf seine Kosten noch weitere bis zur Zahl von zweihundert (im ganzen also 350) zu unentgeltlicher Vertheilung abziehen zu lassen, sofern er diess rechtzeitig dem redigirenden Secretar angezeigt hat; wünscht er auf seine Kosten noch mehr Abdrücke zur Vertheilung zu erhalten, so bedarf es der Genehmigung der Gesammt-Akademie oder der betreffenden Classe. — Nichtmitglieder erhalten 50 Freiexemplare und dürfen nach rechtzeitiger Anzeige bei dem redigirenden Secretar weitere 200 Exemplare auf ihre Kosten abziehen lassen.

§ 28.

1. Jede zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Wenn schriftliche Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder direct bei der Akademie oder bei einer der Classen eingehen, so hat sie der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

[Aus Stat. § 41, 2. — Für die Aufnahme bedarf es einer ausdrücklichen Genehmigung der Akademie oder einer der Classen. Ein darauf gerichteter Antrag kann, sobald das Manuscript druckfertig vorliegt, gestellt und sogleich zur Abstimmung gebracht werden.]

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte, jedoch nicht für die darin aufgenommenen kurzen Inhaltsangaben der gelesenen Abhandlungen verantwortlich. **Für diese wie für alle übrigen Theile der Sitzungsberichte sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.**

[illegible] mit denen sie im Schriftverkehr steht, [illegible]

[illegible] zu Anfang des nächsten Jahres nach Fertigstellung des Registers.

1903. XXVIII.

SITZUNGSBERICHTE DER KÖNIGLICH PREUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

28. Mai. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

1. Hr. Burdach las über Walthers von der Vogelweide Gedicht *Owê war sint verswunden alliu mîniu jâr* (Lachmanns Ausgabe S. 124).

Die Abhandlung beschäftigt sich mit der genaueren Erläuterung des Zusammenhangs und der Interpretation einzelner Stellen, insbesondere des Schlusses.

2. Hr. Conze legte den Jahresbericht über die Thätigkeit des Kaiserlich Deutschen Archäologischen Instituts vor.

3. Hr. Engelmann legte eine Mittheilung der HH. Dr. Fr. Kutscher und Goswin Zickgraf in Marburg vor über die Bildung von Guanidin bei Oxydation von Leim mit Permanganaten.

Eine siedende Gelatinelösung liefert bei der Oxydation mit Calcium- und Baryumpermanganat reichliche Mengen Guanidin. Das Guanidin geht aus jener Atomgruppe des Eiweissmoleküls hervor, die bei der hydrolytischen Spaltung des Eiweisses durch Säuren Arginin giebt. Ausser dem Guanidin entstehen bei der Oxydation des Leims mit Permanganaten Oxydationsproducte, die wie das Guanidin dem Arginin anderen hydrolytischen Spaltungsproducten des Eiweisses entsprechen.

4. Der Vorsitzende legte folgende Werke vor: 1. Karl Weierstrass, Mathematische Werke. Herausgegeben unter Mitwirkung einer von der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften eingesetzten Commission. Bd. 3. Berlin, Mayer & Müller, 1903; 2. das mit Unterstützung der Akademie erschienene Werk von W. Ahlwardt, Sammlungen alter arabischer Dichter. II. Die Dīwāne der Regezdichter Elâǵǵâg und Ezzafajân. Berlin, Reuther & Reichard, 1903; 3. F. Frhr. Hiller von Gaertringen, Thera. Untersuchungen, Vermessungen und Ausgrabungen in den Jahren 1895—1902. Band 2. Berlin, G. Reimer, 1903; 4. endlich das von dem correspondirenden Mitgliede Hrn. Lumbroso eingesandte Werk: Expositio totius mundi et gentium. Roma 1903.

Walthers Palinodie.[1]

Von K. Burdach.

Für Walthers Gedicht *Owê war sint verswunden alliu miniu jâr* (Lachmann S. 124) ist es durch eingehende Betrachtung möglich, sowohl die Gestaltung des Textes als auch das Verständniss des Zusammenhangs des Ganzen und hierdurch die Interpretation einzelner bisher unbefriedigend erklärter Stellen zu fördern, endlich Zeit und Anlass der Dichtung schärfer zu bestimmen. In der ersten Strophe ist die überlieferte Reihenfolge der Verse nicht anzutasten, hinter *flôz* (Vers 11) Punkt zu setzen. Der folgende Vers (124, 12) spricht die Besorgniss aus vor den Folgen des bösen Angangs nach dem Erwachen (vergl. Walther 118, 12—17): die einzelnen Erscheinungen der schlimmen Veränderung von Welt und Menschen treten dem Dichter entgegen als beängstigende Vorzeichen, die sich in der zweiten Strophe steigern und unheilvoll erfüllen. 124, 19 ist mit der Handschrift *niuwecliche* (statt *riuwecliche*) und *ê* an Stelle von *nû* zu lesen. Die unvermittelte Peripetie von 124, 32 wird begreiflich aus dem Epimenidesmotiv des Eingangs: der Erwachte kommt zu sich und spricht nun die in langem Schlaf gewonnene neue Weisheit aus. 125, 8 muss man *mohte* (statt *möhte*) schreiben und das bekannte deiktische *ein* annehmen: »jener bekannte Söldner« ist der Speersoldat am Kreuze Christi, dessen heilige Waffe dann Walthers Kreuzlied auf die Ankunft in Palästina (15, 18) feierlich begrüsst. In der religiösen Phantasie des Mittelalters spielte dieser Speer des Söldners eine durch Dogma, Liturgie (Proskomide der griechischen Messe; Charfreitags-Officium; Officium der Lanze in der kirchlichen Ritterweihe), bildende Kunst, Sage (Gral), Aberglauben (Longinussegen), Dichtung (Gralroman, Longinusanrufungen) geschaffene bedeutungsvolle Rolle, war auch seit dem Siege von Antiochia (1098) das Symbol des Kreuzfahrterfolges und wurde gerade von der Kreuzzugsstimmung des Jahres 1227 wieder stark in den Vordergrund gerückt: so in dem Brief Gregors IX. an Friedrich II. vom 22. Juli 1227 und in

[1] Ausführlich und im Einzelnen begründet erscheint die Darlegung des obigen Referats im 2. Bande meiner Untersuchungen über Walther von der Vogelweide.

den von Matthäus Paris erzählten Visionen aus dem Juni und der nächstfolgenden Zeit des Jahres 1227. Walthers Gedicht ist durch alles dies bestimmt. Es entstand in Österreich, um die Mitte des Octobers 1227, gleich nach dem Bekanntwerden des grossen Sterbens in Brindisi, des Todes des Landgrafen von Thüringen und des Bischofs von Augsburg, der Erkrankung des Kaisers, des Aufschubs der Kreuzzugsexpedition und des Inhalts der beiden Encykliken Gregors (*unsenfte brieve* 124, 26) an die deutschen Bischöfe vom 1. October und an die deutschen Fürsten vom 8. October 1227, möglicherweise in einem gewissen Gegensatz zu Herzog Leopold von Österreich.

Jahresbericht über die Tätigkeit des Kaiserlich Deutschen Archäologischen Instituts.

Von Alexander Conze.

Im Jahre 1902/3, über welches hier zu berichten ist, hatte das Archäologische Institut schmerzliche Personenverluste zu beklagen. Die Zentraldirektion verlor durch plötzlichen Todesfall ihr Mitglied Hrn. Felix Hettner am 12. Oktober 1902. Sodann bereitete uns unser langjähriges Mitglied Hr. Kirchhoff darauf vor, daß er aus Gesundheitsrücksichten aus der Zentraldirektion würde austreten müssen und, wenn wir die zeitliche Grenze des Jahresberichtes so weit überschreiten, müssen wir bereits mitteilen, daß Hr. Kirchhoff an der Gesamtsitzung der Zentraldirektion dieses Jahres nicht mehr teilgenommen hat, dürfen dann auch gleich erwähnen, daß für Hrn. Hettner Hr. Loeschcke-Bonn in die Zentraldirektion wiedergewählt ist, während Hr. Kirchhoff erst durch Wahl seitens der Akademie der Wissenschaften ersetzt werden kann.

Von unseren ordentlichen Mitgliedern nahm uns der Tod Hrn. Joseph Führer in Bamberg, der am 8. Februar 1903 vor Vollendung seiner umfangreichen und eindringenden Arbeiten über die sizilischen christlichen Katakomben, bei welchen das Institut ihn nach Kräften unterstützt hatte, plötzlich verschied. Es verstarb ferner am 7. September 1902 zu Athen Theodor von Heldreich, ein treuer Freund unserer athenischen Anstalt, solange sie besteht, und ein Förderer unserer Studien in Griechenland schon jahrelang vorher. Von ordentlichen Mitgliedern im Auslande verstarben Eugène Müntz zu Paris am 30. Oktober 1902, F. C. Penrose zu London am 16. Februar 1903 und W. Pleyte zu Leiden am 11. März 1903, von korrespondierenden Mitgliedern Alexandre Bertrand in Paris im Dezember 1902, R. Carnevali in Nocera Umbra am 15. April 1903, L. Frati in Bologna am 24. Juli 1902 und Fr. Schlie in Schwerin am 25. Juli 1902.

Neu gewannen wir als ordentliche Mitglieder den dann so früh verstorbenen Hrn. Führer-Bamberg, die HH. Mariani-Pisa, Norton-Rom, Pasqui-Rom, Patsch-Serajewo, von Prott-Athen, Rushforth-Rom, Savignoni-Messina, Sotiriadis und Sworonos-Athen, Vaglieri-Rom;

korrespondierende Mitglieder wurden die HH. Berlet-Graudenz, Brandis-Berlin, Colini-Rom, Gies-Konstantinopel, Karo-Bonn, Kirchner-Berlin, Paris-Bordeaux, Perdrizet-Nancy, Pinza-Rom, Quagliati-Tarent, Sakkelion-Tinos, Spinelli-Modena, Taramelli-Turin, Weiszbrodt-Braunsberg.

Die statutenmäßige ordentliche Gesamtsitzung der Zentraldirektion fand im Jahre 1902 vom 17. bis 19. April statt. Verhindert am Besuche waren die HH. Michaelis und Puchstein.

Von den Stipendien für 1902/3 wurden drei für klassische Archäologie zuteil den HH. Pfuhl, Schröder und Thiersch, je ein Halbjahrstipendium den HH. Kluszmann und Loch, das Stipendium für christliche Archäologie Hrn. Krücke.

Das »Jahrbuch« und der »Anzeiger« erschienen regelmäßig, zu der Herausgabe wirkten wie bisher die HH. Brandis und Graef mit. Das Register zu den ersten zehn Bänden hat Hr. Reinhold jetzt nahezu fertiggestellt. Für das Schlußheft des zweiten Bandes der »Antiken Denkmäler« war noch nicht genügend Stoff vorhanden, bei dem das Erscheinen in dem Folioformate ratsam wäre.

Die erste Verwendung der Hälfte der zweijährigen Zinsen des Iwanoff-Fonds hat durch Hrn. Rudolf Herzog-Tübingen mit gutem Erfolge stattgefunden. Über die auf Kos mit Beihülfe der Iwanoff-Mittel gelungenen Entdeckungen hat Hr. Herzog soeben im »Anzeiger« (1903, S. 1 ff.) Bericht erstattet und dabei auch aller Unterstützungen gedacht, welche sonst seine Erfolge ermöglicht haben, die der Königlich Württembergischen Regierung und württembergischer privater Gönner, außerdem die des hohen Ordens der Johanniterritter.

Reisen des Generalsekretars wurden im vergangenen Jahre veranlaßt durch die Jubelfeier des Germanischen Museums in Nürnberg, durch verschiedene Rücksprachen an Orten innerhalb Deutschlands und in Rom, durch Teilnahme an den weiterhin zu erwähnenden Ausgrabungen bei Haltern und durch die Jahressitzung des Gesamtausschusses des Römisch-Germanischen Zentralmuseums in Mainz.

Dankbar hat die Zentraldirektion dessen Erwähnung zu tun, daß durch die Geneigtheit des Königlich Preußischen Ministeriums für die geistlichen, Unterrichts- und Medizinal-Angelegenheiten, sowie der Königlichen Akademie der Wissenschaften eine mehr als bisher genügende Räumlichkeit für die Arbeiten und Geschäfte des Instituts in dem Plane des Neubaus der Königlichen Bibliothek und Akademie vorgesehen ist.

Von den sogenannten Serienpublikationen hat die Sammlung und Herausgabe der »Antiken Sarkophage« unter Leitung des Hrn. Robert einen erheblichen Fortschritt genommen. Zu den längst fertigen Tafeln

des Bandes III, 2 ist jetzt auch der Text im Manuskript so gut wie ganz fertig, und dessen Drucklegung ist bis zur Herstellung von 14 Bogen im Reindruck, 7 nahezu fertigen und 3 auf Fahnen gesetzten Bogen gediehen, so daß der Band voraussichtlich im Herbst d. J. erscheinen kann. Als schon am Ende des vorigen Rechnungsjahres begonnen, wurde eine Reise des Hrn. Robert nach Paris bereits im letzten Jahresbericht erwähnt. Der Aufenthalt daselbst währte bis in das letzte Rechnungsjahr und lieferte unter freundlicher Begünstigung seitens der Sammlungsvorsteher, HH. Héron de Villefosse und Michon, erfreuliche Resultate. Besonders ist es aber dem Unternehmen zugute gekommen, daß das Königlich Preußische Unterrichts-Ministerium Hrn. Robert einen Urlaub für das letzte Wintersemester gewährte, der zu einem Aufenthalte in Italien mit ausschließlicher Arbeit für das Sarkophagwerk benutzt worden ist. Sowohl in Ober- als auch in Unteritalien wurden Revisionen vorgenommen, die längste Zeit aber der Arbeit in Rom gewidmet, wo namentlich im Kunsthandel altbekannte, wie auch bisher unbeachtete Stücke aufgefunden wurden. Hr. Altmann war in dankenswerter Weise bei den Arbeiten hülfreich.

Von der Sammlung der »Antiken Terrakotten« unter Hrn. Kekule von Stradonitz' Leitung ist Hrn. Winters »Typenkatalog« einer in der Druckerei eingetretenen Störung wegen noch nicht ganz vollendet; es fehlen im Drucke bei vollständig vorliegendem Manuskripte nur noch etwa ein Drittel der umfassenden, die Terrakotten nach den Fundorten zusammenstellenden und charakterisierenden Einleitung und die wenig umfangreichen Nachträge. Von der Sammlung der »Campana-Reliefs« Hrn. von Rohdens ist der Text von Hrn. Winnefeld unter Beihülfe der HH. Watzinger und Zahn dem Abschlusse näher gebracht, die Tafelherstellung hat begonnen.

Das Werk der »Etruskischen Urnen« und das der »Etruskischen Spiegel« hat durch Hrn. Gustav Körte nur mit einiger Vermehrung des Materials gefördert werden können. Verarbeitung der Ergebnisse seiner und seines Herrn Bruders Ausgrabung in Gordion und das dankenswerte Eintreten an Stelle des erkrankten zweiten Herrn Institutssekretars in Athen haben Hrn. Körte während des Jahres vorwiegend in Anspruch genommen.

Nicht stärkere Fortschritte haben Hrn. Loeschckes »Chalkidische Vasen« und Hrn. Schreibers »Ausgabe des Aldrovandi« aufzuweisen. Für Hrn. von Domaszewskis Sammlung »Römischer Militärreliefs« haben namentlich Reisen nach Frankreich und Italien noch nicht ausgeführt werden können, während der Apparat für Deutschland und England so gut wie fertig vorliegt und auch für die östliche Reichshälfte nahezu abgeschlossen ist.

Von Hrn. Graevens »Antiken Schnitzereien in Elfenbein und Knochen« ist eine erste Lieferung erschienen.

Zu den »Karten von Attika« soll noch ein abschließendes Blatt mit den antiken Ortsnamen erscheinen. Die Bestimmung und Eintragung der Namen hat Hr. Milchhöfer in Fortsetzung seiner Tätigkeit für das Werk ausgeführt.

Das zwölfte Heft der mit Unterstützung des Instituts im Auftrage der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu Wien herausgegebenen »Attischen Grabreliefs« ist in den Tafeln nahezu fertig, der Text ist in Fahnen gesetzt. Hr. von Kieseritzky hat das Material zu den von ihm herauszugebenden »Südrussischen griechischen Grabreliefs« bis auf etwa 60 Exemplare aufgearbeitet, auch die verlorenen Reliefs nach alten Publikationen und nach Zeichnungen im Archive der Ermitage aufgenommen.

Über die »Ephemeris epigraphica« berichtet Hr. Hirschfeld, daß das erste Heft des 9. Bandes, das mit einer Abhandlung Theodor Mommsens über die *lex municipii Tarentini* beginnt und das von Hrn. Hübner hinterlassene Supplement zu den lateinischen Inschriften Spaniens enthalten wird, demnächst zur Ausgabe gelangen wird. Das zweite Heft wird Hrn. Ziebarths Abhandlung *de antiquissimis inscriptionum syllogis* enthalten; es befindet sich im Drucke. Hr. Hülsen bereitet ein Supplement zu den stadtrömischen Inschriften für die Ephemeris vor.

Das römische Sekretariat hat von seinen »Mitteilungen« drei Hefte des 17. Bandes erscheinen lassen, die Fertigstellung des vierten (Schlußheftes) ist durch den Setzerstreik in Rom ein wenig verzögert, wird aber bald erfolgen. Das Register zu Band 1—10 der »Mitteilungen« ist erschienen. Auch ist von dem ersten Hefte des 17. Jahrgangs mit dem Berichte des Hrn. Hülsen über die Ausgrabungen auf dem Forum Romanum eine Sonderausgabe veranstaltet.

Der erste Band der Beschreibung der Vatikanischen Skulpturensammlung, *Braccio nuovo*, *Galleria Lapidaria*, *Museo Chiaramonti* von Hrn. Amelung, *Giardino della Pigna* von Hrn. Petersen umfassend, ist mit 121 Tafeln ganz und mit 58 Bogen Text nahezu fertig und erscheint binnen kurzem in Kommission bei Hrn. Georg Reimer.

Hr. Mau hat die Ausarbeitung eines dritten Bandes des Realkatalogs der römischen Institutsbibliothek fortgesetzt.

Die Sitzungen fanden in gewohnter Weise statt. Vorträge hat der erste Herr Sekretar in den Museen über antike Skulpturen und in der Institutsbibliothek über altitalische Kunstgeschichte gehalten. Der zweite Herr Sekretar hielt in der ersten Hälfte des Winters den

Kursus über Topographie Roms, in der zweiten veranstaltete er epigraphische Übungen. Hrn. Maus Kursus in Pompeji fand vom 2. bis 14. Juli statt.

Der Kursus für Gymnasiallehrer aus Deutschland fand unter Führung der beiden Herren Sekretare, in Neapel und Pompeji auch des Hrn. Mau und in Florenz unter dankenswertestem Eintreten des Hrn. Brockhaus in der Zeit vom 1. Oktober bis 8. November statt. Es nahmen teil aus Preußen sechs, aus Bayern zwei, aus Sachsen und Württemberg ebenfalls je zwei Herren und je einer aus Baden, Hessen, Mecklenburg-Schwerin, Sachsen-Altenburg, Sachsen-Koburg-Gotha, Anhalt, Lippe-Detmold, Bremen und Elsaß-Lothringen.

Der erste Herr Sekretar besuchte vom 12. Mai bis 20. Juni das römische Afrika. Ein Bericht über die Reise ist im Archäologischen Anzeiger 1903, S. 13 ff., erschienen.

Als versuchsweiser Anfang einer Verzeichnung und Herausgabe datierbarer Kunstdenkmäler Roms und der Umgegend erschienen Hrn. Delbrücks »Drei Tempel am Forum holitorium«. Eine zweite Publikation Hrn. Delbrücks über die Reste des Apollotempels auf dem Marsfelde und über das Kapitol von Signia ist in den Aufnahmen und im Manuskripte vollendet.

Die Bibliothek des Instituts in Rom erhielt einen Zuwachs von 512 Nummern, darunter erhebliche Schenkungen von denselben Anstalten, welchen wir bereits im vorigen Jahresberichte für gleiche Gunst zu danken hatten. Besonders wertvolle Einzelwerke spendeten Fräulein Hertz in Rom den nur für *private circulation* gedruckten Katalog der Glassammlung Slade, Hrn. Hiersemanns Verlag in Leipzig die *Excavations at Assos* I und Se. Exzellenz Baron Nelidow in Rom die Publikation seiner Sammlung antiker Goldschmiedearbeiten.

Erhebliche Neueinrichtungen in der Bibliothek betrafen die Aufstellung der Platnerschen Bibliothek und die Schaffung eines Zimmers für Werke über die Kunst der christlichen Periode, in welchem auch die von Hermann Grimm dem Institute hinterlassene und von der Großherzoglich Sächsischen Regierung bereits durch eine Reihe von Bänden vervollständigte große Weimarer Ausgabe der Werke Goethes einen angemessenen Platz gefunden hat.

Aus der Stiftung des Hrn. Fr. Bädeker in Leipzig, deren wir im vorigen Jahresberichte dankbar zu gedenken hatten, sind für die Bibliothek eine Reihe von größeren Werken angeschafft, die Anschaffung anderer konnte in Aussicht genommen werden. Außerdem ist aus den Mitteln der Stiftung L. Bufalinis großer Plan von Rom (1551) nach dem einzigen vollständigen Exemplare im Britischen Museum in der Größe des Originals photographiert worden.

Mit der Neuherrichtung der Photographiensammlung der römischen Anstalt und mit der Herstellung eines neuen Katalogs dieser Sammlung ist begonnen worden. Den zweiten Herrn Sekretar haben dabei die HH. Altmann und Amelung in dankenswerter Weise unterstützt.

Die Arbeiten des athenischen Sekretariats wurden ernstlich gestört durch Erkrankung des zweiten Herrn Sekretars, derart, daß, namentlich um den Fortgang der athenischen Publikationen zu sichern, es erbeten und dankbar angenommen werden mußte, daß das frühere Mitglied der Zentraldirektion, Hr. Gustav Körte, das Sommerhalbjahr hindurch zur Vertretung nach Athen übersiedelte, wozu die Großherzoglich Mecklenburg-Schwerinsche Regierung durch Urlaubserteilung geneigtest die Möglichkeit bot. Hrn. Körte zur Seite trat, namentlich solange in der Sommerzeit auch Hr. von Prott beurlaubt war, der Stipendiat Hr. Kolbe. Auf Hrn. Körte folgte als Vertreter in den Wintermonaten bis Januar Hr. Zahn, von der Generalverwaltung der Königlichen Museen in Berlin dazu beurlaubt, und vom Januar an war Hr. Kolbe noch einmal als Hülfsarbeiter namentlich bei der Redaktion tätig, nachdem der zweite Herr Sekretar nach seiner Wiederherstellung sein Amt wieder übernommen hatte. So ist es erreicht worden, daß der schon vor dem Amtsantritte des zweiten Herrn Sekretars im Erscheinen zurückgebliebene 26. Band der athenischen »Mitteilungen« vollendet, vom 27. Bande (1902) drei Hefte herausgegeben sind, denen das vierte, den Band abschließende, allernächst folgen soll, mit der Aussicht, am 1. Juli mit dem Erscheinen von Heft 1, 2 des laufenden Jahrgangs die Herausgabe der »Mitteilungen« wieder in die regelmäßigen Termine einrücken zu lassen.

Das Register zu den ersten 25 Bänden der athenischen »Mitteilungen« ist von Hrn. Barth weiter bearbeitet worden.

Die Publikationen der Akropolisvasen und der Funde im böotischen Kabirenheiligtume sind gefördert worden unter Hrn. Wolters' Leitung, der diesen Teil seiner früheren athenischen Arbeiten in dankenswerter Weise fortzuführen übernommen hat. Für die Akropolisvasen blieben wie bisher die HH. Graef und Hartwig tätig, während seiner Anwesenheit in Athen trat hülfreich auch Hr. Zahn mit ein. Für die Herausgabe der Funde im Kabirenheiligtume ist der Hauptteil der Tafeln mit den bemalten Vasen im wesentlichen in Auflage fertig, das übrige schreitet fort.

Die Institutssitzungen in Athen haben vom Winckelmanns-Tage an bis Ende März regelmäßig stattgefunden unter zahlreicher Beteiligung, einmal auch Sr. Majestät des Königs und zweimal der kronprinzlichen Herrschaften von Griechenland. Das neue Skioptikon des

Instituts hat in diesen Sitzungen gute Dienste geleistet, hat auch für die Sitzungen des amerikanischen Instituts verliehen werden können.

Der erste Herr Sekretar hielt die Vorträge über Topographie und Bauwerke von Athen, Piräus und Eleusis von Ende November bis zum Beginn der Studienreise in den Peloponnes an jedem Sonnabend vor einem größeren Kreise und besuchte dann an einem anderen Tage dieselben Plätze und Bauten noch einmal nur mit den deutschen Fachgenossen. Im Frühjahre, bei dann wachsender Zahl der Besucher Athens, fügte der erste Herr Sekretar noch einige Vorträge über Einzelthemata hinzu. Der zweite Herr Sekretar trug nach seiner Wiederherstellung unter zahlreicher Teilnahme von Hörern im Akropolismuseum vor. Unsern Stipendiaten war auch im letzten Winter die Teilnahme an den epigraphischen Vorträgen des Sekretärs des österreichischen Instituts, Hrn. Wilhelm, gestattet.

Im April und Mai 1902 wurden die bereits üblichen drei gemeinsamen Studienreisen unter Leitung des ersten Herrn Sekretars ausgeführt, nach dem Peloponnes, Leukas und Delphi, nach den Inseln des Ägäischen Meeres bis nach Kreta und nach Troja.

Eine Hauptarbeit des athenischen Instituts war vom September bis November die Fortsetzung der Ausgrabungen in Pergamon. Mit Hrn. Dörpfeld waren der Stipendiat Hr. Schröder und zur Aufnahme der ausgegrabenen Bauten der Architekt Hr. Sursos dort tätig. Über die Ergebnisse wird zusammen mit den im laufenden Jahre zu erwartenden in den athenischen »Mitteilungen« berichtet werden.

Hr. Wiegand reiste im Auftrage des Instituts im Nordwesten Kleinasiens im Anschlusse an die geologische Forschungsreise des Hrn. Philippson.

Hrn. Webers Untersuchungen ionischer Städte wurden unterstützt.

Der Hr. Stipendiat Hermann Thiersch katalogisierte die Sammlung Calvert in den Dardanellen für den Apparat des athenischen Instituts.

Auf Wunsch des Hrn. Hiller von Gärtringen nahm das Institut an dessen Ausgrabungen auf Thera durch den Stipendiaten Hrn. Pfuhl und den Architekten Hrn. Sursos teil, worüber in den »Mitteilungen« von 1903 berichtet werden wird.

Die Arbeiten auf Paros wurden durch Zeichnungen und Aufnahmen der HH. Gilliéron und Watzinger an Ort und Stelle zu Ende geführt.

Hrn. Gräbers Bericht über seine im vorigen Jahresberichte erwähnten Untersuchungen der Wasserleitungen Athens ist in Fertigstellung begriffen. Die Arbeiten an den Wasserleitungen mit dem Brunnenhause des Theagenes in Megara warten zu ihrer Vollendung

auf den von griechischer Seite beabsichtigten Ankauf der dafür nötigen Grundstücke.

Zu persönlicher Beteiligung an den auf Kosten des Hrn. Goekoop von Hrn. Dörpfeld unternommenen Ausgrabungen auf Leukas hatte der erste Herr Sekretar im vorigen Jahre nur wenig Zeit. Er bereiste sonst zu Studien über die antiken Theaterruinen Sizilien und Unteritalien und machte einen Ausflug nach Argos, um die Ausgrabungen des Hrn. Vollgraff kennen zu lernen.

Die athenische Institutsbibliothek wurde im vergangenen Rechnungsjahre um 407 Nummern vermehrt. Viel davon verdanken wir zumeist allen den Anstalten, denen wir bereits im vorigen Jahresberichte dankten, und daß darunter eine Reihe von größeren, längst entbehrten Werken sein konnte, der ebenfalls im vorigen Berichte dankend erwähnten Stiftung des Hrn. Fr. Bädeker in Leipzig. Wie die römische, erhielt auch die athenische Bibliothek im vergangenen Jahre wiederum von den deutschen Universitäten die Schenkung von Programmen aus dem Studiengebiete des Instituts, während die Schulprogramme durch Tausch erworben wurden.

Die athenische Sammlung der photographischen Negative, Positive und Diapositive ist weiter beträchtlich gewachsen. Der Katalog ist noch für die Drucklegung zu vollenden.

In Vorbereitung einer Tätigkeit der demnächst ins Leben tretenden römisch-germanischen Kommission des Instituts hat die Zentraldirektion in der ersten Hälfte des Rechnungsjahres 1902 die bereits in Angriff genommenen Arbeiten auf dem Studiengebiete dieser Kommission verwaltet.

Hr. Ohlenschlager hat von den »Römischen Überresten in Bayern« ein zweites Heft dem Erscheinen nahe gebracht und bereitet das dritte Heft vor, welches die Topographie und die Funde von *Augusta Vindelicorum* behandeln soll. Daneben wurde aus älteren Publikationen und Handschriften sowie auf einigen Erkundungsreisen das Material für die gesamte Arbeit ansehnlich vermehrt, wobei Hr. Wainisch mit Herstellung von Zeichnungen dankenswerte Hülfe leistete.

Außerdem wurde die Untersuchung des Römerplatzes bei Haltern in Westfalen durch Fortsetzung der Ausgrabungen im August, September und Oktober vorigen Jahres weitergeführt. Es wurden neue Teile der in ihren Spuren sich immer bedeutender darstellenden Befestigungen aus der ersten römischen Kaiserzeit ans Licht gebracht. Die Art des Vorgehens war zwischen dem Vorsitzenden der Altertumskommission für Westfalen, Hrn. Philippi in Münster, und dem Generalsekretar des Instituts vereinbart, die auch beide an Ort und Stelle die Arbeiten

verfolgten. An dem großen Lager, östlich von Fortmanns Hofe, untersuchte Hr. Dahm, dem Hr. Weerth eine Zeitlang assistierte, die Ostfront. An dem »Uferkastell« auf dem heute die »Hovestadt« genannten Ackerterrain grub Hr. Koepp unter Beteiligung des Hrn. Dragendorff, welcher zugleich die Kleinfunde der vorjährigen Ausgrabung zu bearbeiten übernahm. Die eingehenden Berichte über alles Geleistete werden in den »Mitteilungen der Altertumskommission für Westfalen« (Münster, Aschendorffsche Buchhandlung) erscheinen.

Am 1. Oktober v. J. trat der nach dem Vorschlage der Zentraldirektion vom Herrn Reichskanzler ernannte Hr. Dragendorff mit dem Wohnsitze in Frankfurt am Main sein neues Amt als Direktor der römisch-germanischen Kommission des Kaiserlichen Archäologischen Instituts an und fand sofort erfreulich reiche Gelegenheit, sich auf dem Studiengebiete der Kommission nützlich zu machen. Hrn. Dragendorffs Berichte darüber entnehmen wir das Folgende:

Zur Fortsetzung seiner bereits erwähnten Beteiligung an den Untersuchungen bei Haltern war Hr. Dragendorff seit dem 1. Oktober noch zweimal an Ort und Stelle, auch um einen Arbeitsplan diesjähriger Ausgrabungen mit dem Vorsitzenden der Altertumskommission für Westfalen, jetzt Hrn. Koepp, zu besprechen. Die Arbeit über die letztjährigen Einzelfunde bei Haltern liegt zum Drucke vor.

Von Haltern aus besuchte Hr. Dragendorff die Ausgrabungen des Hrn. Hartmann bei Kneblinghausen im Sauerlande.

Infolge des Todes Felix Hettners trat dann eine wichtige Aufgabe an den Direktor der römisch-germanischen Kommission heran, indem der Herr Landeshauptmann der Rheinprovinz die Aufforderung an ihn richtete, die von Hettner begonnene ständige Beobachtung der bei den Kanalisationsarbeiten in Trier zutage tretenden römischen Reste so lange zu übernehmen, bis ein Nachfolger Hettners ernannt sein würde. Daß bei dieser Beobachtung keine Unterbrechung einträte, war von besonderer Wichtigkeit, da es sich darum handelte, keinen Gelegenheitsfund unverwertet zu lassen, um die Kenntnis der Plananlage einer der größten Römerstädte auf deutschem Boden zu vervollständigen. Hr. Dragendorff hat sich dieser Aufgabe vom November bis April mit häufigen Besuchen Triers gewidmet, bis er sie in die Hände des neuernannten Direktors des Provinzialmuseums in Trier, Hrn. Graeven, abgeben konnte.

Im November v. J. erging an Hrn. Dragendorff eine Aufforderung von seiten des Vereins für lothringische Geschichte und Altertumskunde in Metz zur Besichtigung des dort vor dem St. Theobalds-Tore ans Licht gekommenen römischen Amphitheaters. Mit den dann auf erstatteten Bericht hin vom Herrn Reichskanzler aus dem römisch-ger-

manischen Fonds bewilligten und anderen, vom Herrn Statthalter von Elsaß-Lothringen, sowie von der Stadt Metz beigesteuerten Mitteln ist die Ausgrabungsuntersuchung des großen Baues, dank auch dem Entgegenkommen der Eisenbahnverwaltung, auf deren Gelände die Ruinen liegen, soweit irgend wünschenswert und möglich, durchgeführt, was wieder zu mehreren Besichtigungsreisen des Direktors der römisch-germanischen Kommission den Anlaß gab. Die Veröffentlichung der Ausgrabungsberichte steht unmittelbar bevor.

Abermals der Untersuchung eines Amphitheaters, des bei Xanten, galt die Unterstützung von Arbeiten des dortigen Niederrheinischen Geschichtsvereins, welche Hr. Dragendorff erwirkte und bei deren Verwendung er sich am Orte beteiligte und weiter zu beteiligen haben wird.

Fahrten nach Wiesbaden, Homburg, Mainz, Darmstadt, Besuch der Versammlung des Verbandes west- und süddeutscher Altertumsvereine zu Düsseldorf gehörten ferner zum Beginne der Tätigkeit des neuernannten Herrn Direktors. Das ganze Beginnen ist durchaus geeignet in der Überzeugung zu bestärken, daß die nun bald voll ins Leben tretende römisch-germanische Kommission als kräftigender Rückhalt überall da, wo die Lokalforschung dessen bedarf, sich nützlich erweisen wird.

Wir freuen uns auch dieses Mal unsern Bericht mit einem Dank an den Verwaltungsrat der Dampfschiffahrts-Gesellschaft des Österreichischen Lloyd und an die Direktion der Deutschen Levante-Linie schließen zu können, dem Danke für die gewährten Preisermäßigungen bei Reisen der Beamten und Stipendiaten des Instituts.

Die Bildung von Guanidin bei Oxydation von Leim mit Permanganaten.

Von Dr. Fr. Kutscher und Goswin Zickgraf.
Mitgetheilt von Dr. Fr. Kutscher.

(Mittheilung aus dem physiologischen Institut in Marburg. Vorgelegt von Hrn. Engelmann.)

Eine Frage von höchster Wichtigkeit für die Physiologie ist jene, die sich mit der Bildung des Harnstoffs aus Eiweiss im Organismus des Thieres beschäftigt. Da im thierischen Organismus die Oxydationsprocesse vorherrschen, nahm man schon sehr frühzeitig an, dass auch die Überführung von Eiweiss in Harnstoff im Thierkörper hauptsächlich auf Oxydationsvorgänge zurückzuführen sei. Dieser Voraussetzung entsprechend suchte man im Reagenzglase jene sich im Thierleibe abspielenden Vorgänge nachzuahmen.

In der That berichtete denn auch der französische Chemiker Béchamp[1] über Experimente, nach denen es ihm gelungen war, durch Oxydation mit Kaliumpermanganat aus dem Eiweiss Harnstoff zu erhalten. Die Angabe von Béchamp, die von ihm mit grosser Hartnäckigkeit aufrecht erhalten wurde, ist von zahlreichen Forschern nachgeprüft, aber nicht bestätigt worden. Eine 1880 von F. Lossen[2] veröffentlichte Arbeit schien endlich die 30 Jahre lang heftig umstrittene Frage, ob sich bei der Oxydation des Eiweisses mit Kaliumpermanganat Harnstoff bilden könne, zu entscheiden. Lossen erhielt nämlich bei der Oxydation beträchtlicher Eiweissmengen wohl keinen Harnstoff, aber Guanidin, das er durch die Analyse als solches bestimmt identificiren konnte. Durch die ausgezeichnete Arbeit Lossen's waren nun allerdings die Angaben Béchamp's widerlegt, Béchamp's Irrthum aber war entschuldbar, da das Guanidin in seinen Reactionen dem Harnstoff sehr ähnlich ist. Die Ergebnisse Lossen's sind jedoch im Jahre 1902 von Pommerrening[3] angezweifelt worden. Pommerrening schreibt

[1] Journ. de pharm. [3] 31, 32.
[2] Liebig's Annalen 201, 369.
[3] Beitr. z. chem. Physiol. u. Pathol. 1, 561.

zu der Arbeit Lossen's wörtlich: »Hier sei auch kurz angeführt, dass es mir nicht gelang, im Sinne der Angaben von F. Lossen durch Oxydation von Eiereiweiss oder Casein mit Permanganat auch nur eine Spur Guanidin zu erhalten«. Bisher hat F. Lossen diese Bemerkung Pommerrening's nicht beantwortet und wir waren daher mit unseren Kenntnissen über die Bildung von Harnstoff bez. Guanidin aus Eiweiss zur Zeit ebenso weit wie vor der Arbeit Béchamp's.

Die Arbeit von Lossen und jene von Pommerrening haben für mich aus folgendem Grunde Interesse gewonnen. Es war mir in Gemeinschaft mit Bénech[1] gelungen aus dem Arginin durch Oxydation mit Baryumpermanganat Guanidin zu erhalten und dadurch die wohlbegründete Vermuthung von E. Schulze und Winterstein[2], nach der das Arginin als ein Guanidinderivat aufzufassen war, vollkommen zu bestätigen. Weiterhin schlossen wir aber noch aus unserm Befunde, dass das Guanidin, das Lossen bei der Oxydation des Eiweisses mit Permanganat erhalten hatte, sich von jener Atomgruppe des Eiweissmoleküls herleiten müsse, die bei der hydrolytischen Spaltung des Eiweisses Arginin liefert, also von dem Hexonkern Kossel's. Den letzten Schluss durften wir, wenn die Angaben Pommerrening's richtig waren, natürlich nicht ziehen. Zickgraf und ich haben daher versucht, ob sich doch nicht aus Eiweiss oder Albuminoiden entsprechend der Arbeit Lossen's durch Oxydation mit Permanganaten Guanidin gewinnen lässt. Bei unseren Experimenten, die sehr bald zu positiven Resultaten führten, sind wir allerdings von der etwas schwerfälligen Methode, welche Lossen benutzte, wesentlich abgewichen.

Für unsere Versuche wählten wir nicht, wie Lossen und Pommerrening, Eieralbumin bez. Casein, sondern Leim, weil wir aus den Arbeiten von Kossel-Kutscher[3] und Hart[4] wissen, dass der Leim reich, das Casein dagegen arm an jener Gruppe ist, die bei der hydrolytischen Spaltung Arginin liefert. Weiter oxydirten wir nicht wie Lossen bei Zimmertemperatur, da in diesem Fall ein grosser Theil des Eiweisses nur eine mässige Veränderung erfährt, indem er in Substanzen (Oxyprotsulfonsäure u. s. w.) übergeführt wird, in welchen noch der Hexonkern völlig erhalten sein muss. Wir oxydirten im Gegentheil die zum Sieden erhitzten Leimlösungen in der bestimmten Absicht, um durch die bei hoher Temperatur sehr energisch verlaufende Oxydation den Hexonkern, der unserer Ansicht nach das Guanidin liefern musste, auch völlig zu sprengen. Da das Guanidin,

---

[1] Zeitschr. f. physiol. Chemie **32**, 278.
[2] Zeitschr. f. physiol. Chemie **26**, 1.
[3] Zeitschr. f. physiol. Chemie **31**, 165.
[4] Zeitschr. f. physiol. Chemie **33**, 347.

wie bekannt, gegen Permanganate recht widerstandsfähig ist, brauchten wir nicht zu fürchten, es bei unserm Vorgehen zu zerstören. Schliesslich wählten wir als Oxydationsmittel zunächst das Baryumpermanganat. Das Baryumpermanganat ist zuerst von Steudel[1] bei seinen Arbeiten über die Constitution des Thymins mit bestem Erfolge angewandt worden. Es ist späterhin noch öfter bei Arbeiten über die Constitution physiologisch wichtiger Körper benutzt worden und hat bisher nie versagt. Wir kamen in der That auch bei der Oxydation von Leim mit Baryumpermanganat zum Guanidin, wandten aber später aus rein äusserlichen Gründen Calciumpermanganat an.[2]

Einen der ausschlaggebenden Versuche lasse ich folgen: 10^{gr} lufttrockene Handelsgelatine entsprechend 8^{gr}0 bei 100° C. getrockneter Gelatine wurden im Literkolben in 250^{ccm} siedenden Wassers gelöst. Der siedenden Flüssigkeit wurden aus einem Tropftrichter langsam 50^{gr} Calciumpermanganat, die in 500^{ccm} Wasser gelöst waren, zugefügt. Die Reaction ist zunächst stürmisch und man nimmt, nachdem sie einmal in Gang gekommen ist, am besten das Gefäss von der Flamme, bis die Gasentwickelung auf Zugabe von Calciumpermanganat ruhig erfolgt. Die letzten Mengen des zugefügten Calciumpermanganates wurden nur langsam und erst nach längerm Sieden entfärbt. Daher wurde mit weiterm Zusatz von Calciumpermanganat aufgehört. Nachdem die Reactionsflüssigkeit abgekühlt war, wurde vom Manganschlamm abgesaugt. Das Filtrat reagirte ganz schwach alkalisch gegen Lackmus, blieb auf Zugabe von Salzsäure völlig klar und gab noch deutliche Biuretreaction.[3] Es wurde auf dem Wasserbade auf kleines Volumen gebracht, dabei nahm es deutlich saure Reaction an und es krystallisirte nach dem Erkalten das schwerlösliche Calciumsalz einer organischen Säure aus. Vom abgeschiedenen Kalksalz wurde abfiltrirt, das neue Filtrat mit Natriumcarbonat ausgefällt. Dabei entwich reichlich Ammoniak aus der Flüssigkeit. Das abgeschiedene Calciumcarbonat wurde durch Filtration entfernt und die so gewonnene klare Flüssigkeit mit Natriumpikrat versetzt. Es fiel sofort ein schwerlösliches Pikrat aus; dieses wurde nach einigen Stunden abgesaugt und aus siedendem Wasser umkrystallisirt. So wurden 0^{gr}75

[1] Zeitschr. f. physiol. Chemie 32, 241.

[2] Das käufliche Baryumpermanganat enthielt Kali, wodurch die Gewinnung des Guanidins erschwert wurde. Das käufliche Calciumpermanganat war rein und wesentlich billiger als das Baryumpermanganat.

[3] Wir können zur Zeit über die Substanzen, die die Biuretreaction veranlassten, noch nichts Bestimmtes aussagen. Es handelt sich aber wahrscheinlich nicht um »peptonartige«, sondern um einfache Körper. Wir haben ja durch Schiff eine ganze Anzahl solcher einfacher Körper kennen gelernt, die die Biuretreaction geben. Ihnen reiht sich nach Herzog auch das Histidin an.

eines vollkommen einheitlichen analysenreinen Pikrates gewonnen, das alle Eigenschaften des Guanidinpikrates besass.[1] Auch die Analyse stimmte für diesen Körper.

0gr154 Substanz gaben 38ccm6 N. T = 13° C. Ba = 750mm.

Für $CH_5N_3 . C_6H_3N_3O_7$

Berechnet: N = 29.20 Procent Gefunden: N = 29.36 Procent

Aus der Arbeit von Kossel-Kutscher[2] wissen wir, dass die Handelsgelatine etwa 9 Procent Arginin bei der hydrolytischen Spaltung liefert. Aus 8gr Gelatine könnten demnach im günstigsten Fall durch Oxydation schliesslich 1gr19 Guanidinpikrat gewonnen werden. Wir haben in Wirklichkeit 0gr75 Guanidinpikrat, d. i. 63 Procent der berechneten Ausbeute erhalten. Doch ist in Betracht zu ziehen, dass wir bisher die besten Bedingungen für die Oxydation nicht ermittelt haben und sich die Ausbeute wahrscheinlich noch steigern lassen wird.

Unsere Arbeit hat demnach eine glänzende Bestätigung der Angaben Lossen's gebracht. Warum Pommerrening bei seiner Nachprüfung zu negativen Resultaten gekommen ist, vermögen wir nicht zu sagen. Die Methode Lossen's ist in der That schwer zu handhaben, ausserdem wird, wenn man ihr folgt, nur ein mässiger Theil des Eiweisses genügend weit oxydirt. Man muss also, will man nach Lossen Guanidin aus Eiweiss gewinnen, grosse Mengen Eiweiss der Oxydation unterwerfen. Dies sind wohl die Gründe, warum Pommerrening mit seinen Versuchen gescheitert ist.

Ich habe jetzt natürlich keinen Grund, die in meiner früheren Arbeit ausgesprochene Ansicht zu ändern. Nach derselben entstammt, wie bereits gesagt, das von Lossen erhaltene Guanidin jener Atomgruppe, die bei der hydrolytischen Spaltung des Eiweisses Arginin liefert. Im Gegentheil, ich erweitere meine Theorie wesentlich, nachdem es Zickgraf gelungen ist, bei der Oxydation des Leims mit Permanganaten die Bildung von Blausäure, Buttersäure, Kohlensäure und Ammoniak nachzuweisen. Unsere Untersuchungsergebnisse machen es, wenn man noch die bei der Hydrolyse der Eiweisskörper erhaltenen Resultate in Betracht zieht, zur unumstösslichen Gewissheit, dass das Eiweissmolekül durch Verkuppelung ganz bestimmter kleiner, uns der Hauptsache nach bekannter Atomgruppen entsteht.

Wenn wir die Eiweisskörper einer energischen hydrolytischen Spaltung durch Säuren unterwerfen, zerfallen dieselben bekanntlich in eine kleinere oder grössere Anzahl einfacher Körper. Es entstehen

[1] Siehe Emich, Monatsh. f. Chemie 1891, S. 23.

[2] A. a. O.

die Hexonbasen, weiter Leucin, Tyrosin, Cystin u. s. w. Dieselben stellen, wie sich jetzt sicher sagen lässt, in der That die präformirten Componenten des Eiweissmoleküls dar, das durch Zusammentreten derselben wahrscheinlich nur unter Wasseraustritt entsteht. Es brauchen demnach bei der Synthese des Eiweisses im Thierkörper nur Vorgänge, wie bei der Synthese der Hippursäure aus Benzoësäure und Glykokoll, stattzufinden.

Durch die Hydrolyse des Eiweisses werden seine einzelnen Componenten die Hexonbasen, Leucin, Tyrosin, Cystin u. s. w. frei.

Von diesen führen wir nach der Theorie Kossel's die Hexonbasen zurück auf den Protamin- oder Hexonkern, die übrigen Spaltungsproducte auf Atomgruppen, welche als Seitenketten dem Hexonkern angelagert sind. Die Vorgänge, die sich bei der Hydrolyse des Eiweisses abspielen, können wir schematisch in folgender Weise darstellen:

Natives Eiweiss + xH_2O

Seitenketten —— Protaminkern —— Seitenketten

Leucin, Tyrosin u. s. w. Histidin, Arginin, Lysin Cystin, Alanin, Glutamin bez. Glutaminsäure u. s. w.

Benutzt man zur Spaltung des Eiweisses nicht hydrolytische Mittel, sondern Permanganate, dann muss man schliesslich an Stelle der Endproducte der hydrolytischen Spaltung Oxydationsproducte erhalten, welche den hydrolytischen Spaltungsproducten entsprechen und sich wie diese entweder auf den Protaminkern bez. die dem Protaminkern angelagerten Seitenketten zurückführen lassen werden. So werden wir aus dem im Protaminkern steckenden präformirten Arginin Guanidin und Bernsteinsäure, aus dem Lysin Cyanwasserstoff, Glutarsäure und Glutaminsäure, aus dem Histidin Cyanwasserstoff, aus dem in den Seitenketten steckenden präformirten Leucin Buttersäure u. s. w. bei der Oxydation hervorgehen sehen. Drücke ich diese Vorgänge ebenfalls schematisch aus, so komme ich zu folgendem Schema:

Natives Eiweiss + xO

Seitenketten —— Protaminkern —— Seitenketten

Buttersäure u. s. w. Cyanwasserstoff Guanidin Bernsteinsäure Cyanwasserstoff Glutaminsäure Glutarsäure.

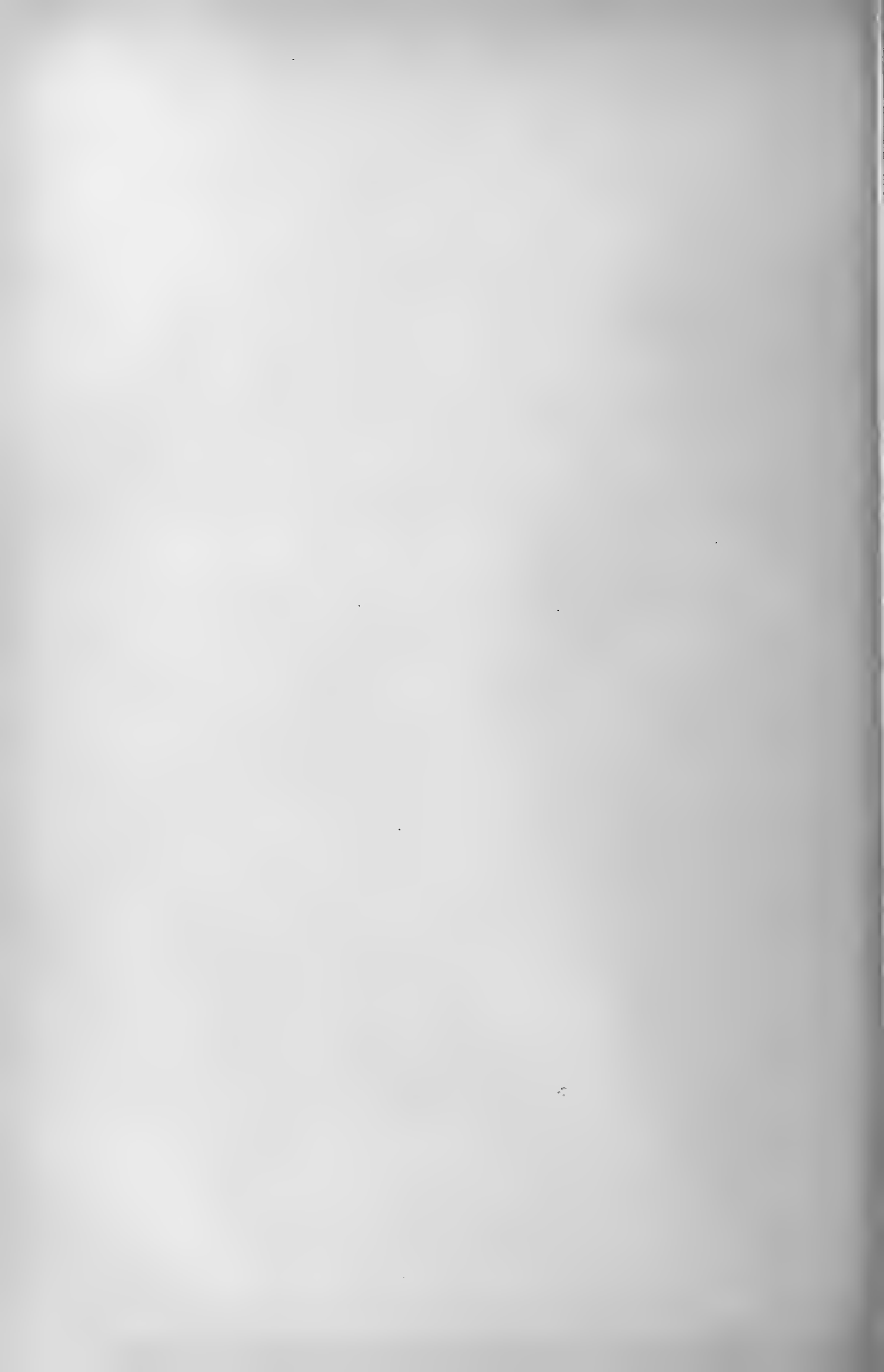
Ausser den genannten Oxydationsproducten werden wir weitere erhalten, die wir auf das eine oder andere der bereits bekannten hydrolytischen Spaltungsproducte zurückführen können. Schliesslich aber, das ist zweifellos, werden wir eine Reihe von Oxydationsproducten gewinnen, deren zugehörige hydrolytische Spaltungsproducte

uns noch unbekannt sind, die wir aber, sei es durch Speculation, sei es durch das Experiment, erschliessen werden. Es eröffnet sich damit ein neues und wie mir scheint recht lohnenswerthes Gebiet der Eiweisschemie. Versuche in der angedeuteten Richtung sind im hiesigen Institut im Gange, und ich möchte demselben für einige Zeit die energische Oxydation des Eiweisses mit Baryum-, Calcium- und Zinkpermanganat, wie sie von Zickgraf und mir ausgeführt worden ist, vorbehalten.

Die Arbeit ist mit Mitteln ausgeführt, die mir von der Berliner Akademie der Wissenschaften gewährt worden sind.

Ausgegeben am 11. Juni.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei



SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

XXIX. XXX.

11. Juni 1903.

BERLIN 1903.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«.

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in der Regel Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung. Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten.

§ 6.

1. Für die Aufnahme einer wissenschaftlichen Mittheilung in die Sitzungsberichte gelten neben § 41, 2 der Statuten und § 28 dieses Reglements die folgenden besonderen Bestimmungen.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammt-Akademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stöcke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

1. Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden.

2. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweitig früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies nach den geltenden Rechtsregeln zusteht, so bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammt-Akademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

5. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 11.

1. Der Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Kopf der Sitzungsberichte mit Jahreszahl, Stücknummer, Tag und Kategorie der Sitzung, darunter der Titel der Mittheilung und der Name des Verfassers stehen.

2. Bei Mittheilungen, die mit dem Kopf der Sitzungsberichte und einem angemessenen Titel nicht über zwei Seiten füllen, fällt in der Regel der Umschlag fort.

3. Einem Verfasser, welcher Mitglied der Akademie ist, steht es frei, auf Kosten der Akademie weitere gleiche Sonderabdrücke bis zur Zahl von noch hundert, und auf seine Kosten noch weitere bis zur Zahl von zweihundert (im ganzen also 350) zu unentgeltlicher Vertheilung abziehen zu lassen, sofern er diess rechtzeitig dem redigirenden Secretar angezeigt hat; wünscht er auf seine Kosten noch mehr Abdrücke zur Vertheilung zu erhalten, so bedarf es der Genehmigung der Gesammt-Akademie oder der betreffenden Classe. — Nichtmitglieder erhalten 50 Freiexemplare und dürfen nach rechtzeitiger Anzeige bei dem redigirenden Secretar weitere 200 Exemplare auf ihre Kosten abziehen lassen.

§ 28.

1. Jede zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Wenn schriftliche Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder direct bei der Akademie oder bei einer der Classen eingehen, so hat sie der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

[Aus Stat. § 41, 2. — Für die Aufnahme bedarf es einer ausdrücklichen Genehmigung der Akademie oder einer der Classen. Ein darauf gerichteter Antrag kann, sobald das Manuscript druckfertig vorliegt, gestellt und sogleich zur Abstimmung gebracht werden.]

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte, jedoch nicht für die darin aufgenommenen kurzen Inhaltsangaben der gelesenen Abhandlungen verantwortlich. **Für diese wie für alle übrigen Theile der Sitzungsberichte sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.**

Die Akademie versendet ihre »Sitzungsberichte« an diejenigen Stellen, mit denen sie im Schriftverkehr steht, wofern nicht im besonderen Falle anderes vereinbart wird, jährlich drei Mal, nämlich:

die Stücke von Januar bis April in der ersten Hälfte des Monats Mai,

Mai bis Juli in der ersten Hälfte des Monats August,

October bis December zu Anfang des nächsten Jahres nach Fertigstellung des Registers.

1903.
XXIX.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

---

11. Juni. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

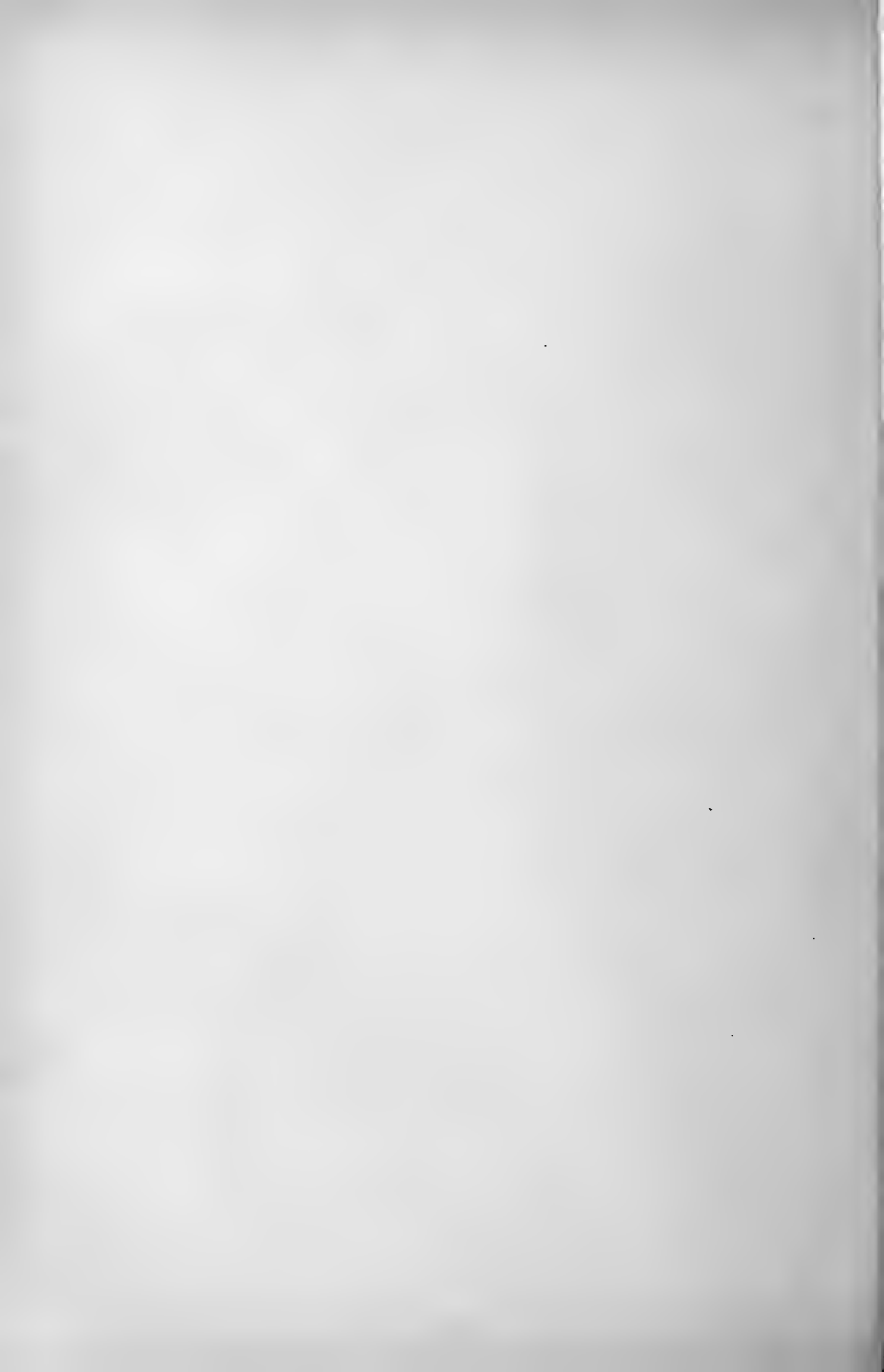
*1. Hr. von Wilamowitz-Moellendorff las über die Herkunft des Apollon.

Apollon ist in der Ilias ein Gott der Troer und Lykier, den Achäern feindlich, deren ersten Helden er tödtet. An der asiatischen Küste hat er überall Heiligtümer, die vorgriechisch sind; seine Mutter Leto ist eine lykische Göttin, in dem lykischen Araxa hat sie die Zwillinge geboren. Der Dienst in Delos giebt sich als lykisch. In Griechenland wird der Gott fast überall als Zuwanderer betrachtet. Somit ist wahrscheinlich, dass er wirklich ein Gott der vorgriechischen Bevölkerung Asiens ist; daher entzieht sich auch sein Name einer griechischen Deutung.

2. Hr. Burdach überreicht den dritten Reisebericht über seine Forschungen zum Ursprung der neuhochdeutschen Schriftsprache und des deutschen Humanismus. Er wird mit den beiden vorhergehenden in den Abhandlungen gedruckt erscheinen.

3. Der Vorsitzende legte vor: 1. im Auftrage des Verfassers: Ennianae poesis reliquiae iteratis curis rec. Ioannes Vahlen. Lipsiae, Teubner, 1903; 2. Kant's gesammelte Schriften, herausgegeben von der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften. I. Abth. Werke. 4. Band. Berlin, Reimer, 1903.

Ausgegeben am 18. Juni.



1903.
XXX.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

11. Juni. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Waldeyer.

1. Hr. van't Hoff las über die Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzablagerungen. XXXII: Die oberen Existenzgrenzen von Schönit, Magnesiumsulfathepta- und -hexahydrat, Astrakanit, Leonit und Kainit bei Anwesenheit von Steinsalz. (Ersch. später.)

Gemeinschaftlich mit Hrn. Meyerhoffer wurde festgestellt, dass die obere Existenzgrenze der im Titel erwähnten Verbindungen bei bez. 26°, 31°, 35½°, 59°, 61½° und 83° liegt, so dass Vorkommen derselben in den Salzlagern als eine Art geologisches Thermometer benutzt werden kann.

2. Hr. Frobenius las: Theorie der hypercomplexen Grössen. II.

Jede Gruppe mit Haupteinheit ist die Summe ihres Radicals und einer Dedekind'schen Gruppe, deren Determinante durch jeden Primfactor der Determinante der ganzen Gruppe theilbar ist. Jede Wurzelgruppe enthält eine invariante Untergruppe der Ordnung 1.

3. Hr. Branco legte vor eine Mittheilung des Hrn. Prof. Dr. A. Tornquist in Strassburg i. E.: »Der Gebirgsbau Sardiniens und seine Beziehungen zu den jungen, circummediterranen Faltenzügen.« (Ersch. später.)

Der westliche Theil der Insel ist geologisch homolog dem französisch-schweizerischen Jura. Wie letzterer eine nach N. von den Alpen sich trennende Vorfaltenzone bildet, so ist auch der westliche Theil Sardiniens als eine nach S. abgehende Vorfaltenzone aufzufassen.

4. Hr. Warburg legte eine Abhandlung des Hrn. Prof. Dr. Kayser in Bonn vor: Die Bogenspectren von Yttrium und Ytterbium. (Abh.)

Es werden die Linien der Bogenspectren von Yttrium und Ytterbium mitgetheilt. Die benutzten Präparate rühren von dem verstorbenen Dr. A. Bettendorff in Bonn her.

Theorie der hyperkomplexen Größen. II.

Von G. Frobenius.

In meiner Arbeit *Theorie der hyperkomplexen Größen*, im folgenden mit *H.* zitiert, behandle ich im Anschluß an meine Untersuchungen über die Determinanten der endlichen Gruppen vorzugsweise die Eigenschaften der Dedekindschen Gruppen. Wie Hr. Molien gezeigt hat (*H.* § 11, II), ist jede Gruppe (ε) mit Haupteinheit einer Dedekindschen Gruppe (ϑ) homomorph, deren Determinante durch jeden Primfaktor der Determinante der ganzen Gruppe teilbar ist. Ist (η) die größte invariante Untergruppe von (ε), die aus lauter *Wurzeln der Null* besteht — ich nenne sie das *Radikal* von (ε) —, so ist (ε) mod. $(\eta) = (\vartheta)$, d. h. (ϑ) ist die Gruppe (ε), falls man darin je zwei Größen als gleich betrachtet, deren Differenz in (η) enthalten ist.

Wenn von den n unabhängigen Grundzahlen $\varepsilon_1, \cdots \varepsilon_n$ einer Gruppe (ε) die ersten m die Basis einer Gruppe (ϑ), die letzten $n-m$ die einer Gruppe (η) bilden, so nenne ich $(\varepsilon) = (\vartheta) + (\eta)$ die *Summe* dieser beiden Untergruppen. Ist eine von ihnen (η) eine invariante Untergruppe von (ε), so ist die andere (ϑ) eine mit (ε) homomorphe Gruppe, weil

$$\varepsilon_1 x_1 + \cdots + \varepsilon_m x_m + \varepsilon_{m+1} x_{m+1} + \cdots + \varepsilon_n x_n \equiv \varepsilon_1 x_1 + \cdots + \varepsilon_m x_m \quad (\text{mod. } \eta)$$

ist. Wenn beide Untergruppen invariante sind, so verschwindet das Produkt aus jeder Größe von (ϑ) und jeder von (η), und (ε) *zerfällt* in die beiden Gruppen (ϑ) und (η). (*H.* § 9.)

Eine in (ε) enthaltene Gruppe (η) heißt eine *invariante Untergruppe* von (ε), wenn xy und yx Größen von (η) sind, falls y irgendeine Größe von (η) und x irgendeine Größe von (ε) ist. Ist $n-m$ die Ordnung von (η), so ist dann (ε) (mod. η) einer Gruppe (ϑ) der Ordnung m homomorph. Es braucht aber nicht immer eine Untergruppe (ϑ) von (ε) zu geben der Art, daß $(\varepsilon) = (\vartheta) + (\eta)$ ist.

Hr. Cartan hat in seiner Arbeit *Sur les groupes bilinéaires et les systèmes de nombres complexes,* Ann. de Toulouse, tome XII, 1898, (im folgenden mit C. zitiert), dem Satze von Molien eine präzisere Fassung gegeben, die ich zur Vervollständigung meiner Darstellung aus den Ergebnissen meiner ersten Arbeit herleiten will:

Jede Gruppe mit Haupteinheit ist die Summe ihres Radikals und einer Dedekind*schen Gruppe, deren Determinante durch jeden Primfaktor der Determinante der ganzen Gruppe teilbar ist.*

Während aber die invariante Untergruppe (η), die ich das *Radikal* von (ε) nenne, völlig bestimmt ist, kann die Untergruppe (ϑ) meist auf unendlich viele Arten gewählt werden.

Wenn eine Potenz einer Zahl verschwindet, so nenne ich sie eine *Wurzel der Null* (*Pseudo-Nul* bei Cartan, Nr. 21, *nilpotent* bei Peirce). Eine Gruppe, die aus lauter Wurzeln der Null besteht, nenne ich eine *Wurzelgruppe.*

Wenn eine Gruppe (ε) die Summe einer Dedekindschen Gruppe (ϑ) der Ordnung m und einer Wurzelgruppe (η) der Ordnung $n-m$ ist, die eine invariante Untergruppe von (ε) ist, so ist (η) das Radikal von (ε). Denn da (ε) und (ϑ) homomorph sind, so ist (*H.* § 9) die Determinante der Gruppe (ε) durch die der Gruppe (ϑ) teilbar. Der lineare Rang der Determinante einer Dedekindschen Gruppe (ϑ) ist ihrer Ordnung m gleich. Folglich ist der lineare Rang der Determinante von (ε) $\bar{m} \geq m$. Das Radikal $(\bar{\eta})$ von (ε) hat die Ordnung $n-\bar{m}$. Da (η) in $(\bar{\eta})$ enthalten ist, so ist $n-m \leq n-\bar{m}$. Mithin ist $m = \bar{m}$ und $(\eta) = (\bar{\eta})$.

Ehe ich zum Beweise des Cartanschen Satzes (§ 5) übergehe, will ich die Haupteigenschaften der Wurzelgruppen kurz herleiten.

§ 2.

Wenn keine der beiden Determinanten $|S(x)|$ und $|T(x)|$ identisch verschwindet, so besitzt die Gruppe (ε) eine *Haupteinheit* e, und für jede Größe x in (ε) ist

$$(1.)\qquad ex = xe = x.$$

Umgekehrt hat Hr. Cartan (C. 15) gezeigt: Wenn für jede Größe x $ex = x$ ist, so ist $S(e) = E$, also $|S(e)| = 1$, und wenn $xe = x$ ist, so ist $T(e) = E$, also $|T(e)| = 1$. Denn sucht man x so zu bestimmen, daß $ex = 0$ ist, so erhält man für die Koordinaten $x_1, \cdots x_n$ n homogene lineare Gleichungen mit der Matrix $S(e)$. Dann ist aber $x = ex = 0$, also genügt diesen Gleichungen nur das Wertsystem $x_1 = \cdots = x_n = 0$, und folglich ist ihre Determinante $|S(e)|$ von Null verschieden. Weil nun $S(e)^2 = S(e^2) = S(e)$ ist, so ist $S(e) = E$.

Sind $|S(x)| = \Theta$ und $|T(x)| = \Theta'$ die beiden antistrophen Determinanten der Gruppe ε, so kann man zwei Größen y und z, deren Koordinaten *ganze* Funktionen von $x_1, \cdots x_n$ sind, so bestimmen, daß $xy = \Theta e$ und $zx = \Theta' e$ wird. Dann ist $T(y)\,T(x) = T(xy) = \Theta\, T(e)$, und mithin $|T(y)|\,\Theta' = \Theta^n$, und ebenso $|S(z)|\,\Theta = \Theta'^n$. Folglich ist

jeder Primfaktor der einen der beiden Determinanten Θ und Θ' auch in der andern enthalten (*H.* § 3).

Da ich vielfach auch Gruppen ohne Haupteinheit zu betrachten habe, so schicke ich darüber die folgenden Bemerkungen voraus: Bestehen zwischen $(n-1)^3$ Größen $a_{\alpha\beta\gamma}$ $(\alpha, \beta, \gamma = 1, 2, \cdots n-1)$ die Relationen

$$\sum_{\varkappa} a_{\varkappa\alpha\beta}\, a_{\gamma\varkappa\delta} = \sum_{\varkappa} a_{\varkappa\beta\delta}\, a_{\gamma\alpha\varkappa}, \tag{2.}$$

so gibt es immer eine Gruppe $(\bar{\varepsilon})$ mit $n-1$ linear unabhängigen Grundzahlen $\varepsilon_1, \cdots \varepsilon_{n-1}$, zwischen denen die Beziehungen

$$\varepsilon_\beta\, \varepsilon_\gamma = \sum_{\alpha} a_{\alpha\beta\gamma}\, \varepsilon_\alpha \tag{3.}$$

bestehen. Besitzt (ε) eine Haupteinheit, so habe ich dies *H.* § 2 bewiesen (vergl. auch Study in der Enzyklopädie). Im andern Falle setze man

$$a_{\alpha 0\alpha} = a_{\alpha\alpha 0} = 1 \qquad (\alpha = 0, 1, \cdots n-1), \tag{4.}$$

sonst aber $a_{\alpha\beta\gamma} = 0$, falls einer der Indizes 0 ist. Dann gelten die Gleichungen (2.) auch für die n^3 Größen $a_{\alpha\beta\gamma}$ $(\alpha, \beta, \gamma = 0, 1, \cdots n-1)$. Bezeichnet man ferner für ein bestimmtes λ die Matrix $(a_{\alpha\lambda\beta})$ mit E_λ, so ist $E_0 = E$ und

$$E_\beta\, E_\gamma = \sum_{\alpha} a_{\alpha\beta\gamma}\, E_\alpha. \tag{5.}$$

Wäre ferner $\sum c_\lambda E_\lambda = 0$, so wäre $\sum c_\lambda a_{\alpha\lambda 0} = 0$, also $c_\alpha = 0$. Demnach bilden $E_1, \cdots E_{n-1}$ eine Darstellung der Gruppe $(\bar{\varepsilon})$ der Ordnung $n-1$ durch Matrizen des Grades n.

Diese Gruppe $(\bar{\varepsilon})$ ist eine invariante Untergruppe einer Gruppe (ε) mit der Basis $\varepsilon_0, \varepsilon_1, \cdots \varepsilon_{n-1}$, für die ε_0 die Haupteinheit ist. In ihren beiden antistrophen Matrizen $S(x)$ und $T(x)$ ist $s_{00}(x) = t_{00}(x) = x_0$, aber $s_{0\beta}(x) = t_{0\beta}(x) = 0$ (und $s_{\alpha 0}(x) = t_{\alpha 0}(x) = x_\alpha$). Läßt man die erste Zeile und Spalte weg, und setzt in den so erhaltenen Matrizen $(n-1)^{\text{ten}}$ Grades $x_0 = 0$, so erhält man die beiden antistrophen Matrizen $\bar{S}(x)$ und $\bar{T}(x)$ von $(\bar{\varepsilon})$. Da von ihren Determinanten mindestens eine identisch verschwindet, so ist eine der beiden Determinanten $|S(x)|$ oder $|T(x)|$ durch x_0^2 teilbar.

Sei umgekehrt (ε) eine Gruppe der Ordnung n mit der Haupteinheit e, die eine invariante Untergruppe $(\bar{\varepsilon})$ der Ordnung $n-1$ enthält. Sei $\varepsilon_1, \cdots \varepsilon_{n-1}$ eine Basis von $(\bar{\varepsilon})$, ε_0 eine in $(\bar{\varepsilon})$ nicht enthaltene Größe von (ε). Dann sind $|S(x)|$ und $|T(x)|$ beide durch x_0 teilbar. Je nachdem keine dieser beiden Determinanten oder mindestens eine von beiden durch x_0^2 teilbar ist, besitzt $(\bar{\varepsilon})$ eine Haupteinheit $(\bar{e})$ oder nicht. Wäre e in $(\bar{\varepsilon})$ enthalten, so wäre es nach der Definition einer invarianten Untergruppe auch $e\varepsilon_0 = \varepsilon_0$. Daher kann man für ε_0 immer die Haupteinheit e wählen.

§ 3.

Sind A und B zwei Matrizen n^{ten} Grades, so sind die charakteristischen Funktionen von AB und BA einander gleich. Denn ist $|B|$ von Null verschieden, so ist $B^{-1}(BA)B = AB$ der Matrix BA ähnlich. Sind also die Elemente von A und B variable Größen, so gilt die Gleichung $|uE-AB| = |uE-BA|$ für alle Werte dieser Veränderlichen, wofür $|B|$ nicht Null ist, und folglich gilt sie identisch.

Sind y und z zwei Größen der Gruppe (ε), so sind die Koordinaten ihres Produktes $x = yz$

$$(1.)\qquad x_\alpha = \sum_{\beta,\gamma} a_{\alpha\beta\gamma}\, y_\beta\, z_\gamma = \sum_\gamma s_{\alpha\gamma}(y)\, z_\gamma\,.$$

Ist nun $S(y) = 0$, genügen also $y_1, \cdots y_n$ den linearen Gleichungen $s_{\alpha\gamma}(y) = 0$, so ist $yz = 0$, falls z eine beliebige Größe von (ε) ist. Besitzt also (ε) eine Haupteinheit, so ist $y = 0$, in jedem Falle aber ist $y^2 = 0$.

Ist allgemeiner x eine Größe von (ε), für die $S(x)^m = S(x^m) = 0$ ist, so ist $x^m z = 0$ und $x^{m+1} = 0$. Damit also x eine Wurzel der Null sei, ist notwendig und hinreichend, daß die Matrix $S(x)$ (oder $T(x)$) eine Wurzel der Null ist, daß mithin die charakteristischen Wurzeln von $S(x)$ alle verschwinden. Ist zy eine Wurzel der Null, so ist auch yz eine solche. Denn die charakteristischen Wurzeln der Matrix $S(zy) = S(z)S(y)$ sind alle Null, und folglich auch die der Matrix $S(y)S(z) = S(yz)$.

In einer Gruppe (ε) heißt eine Größe y eine *Wurzelgröße*, wenn yz stets eine Wurzel der Null ist, falls z eine beliebige Größe von (ε) ist. Sind x und z irgend zwei Größen von (ε), so ist dann auch $y(zx) = (yz)x$ eine Wurzel der Null, demnach auch $x(yz)$. Ist also y eine Wurzelgröße von (ε), so sind es auch xy, yz und xyz.

Dann verschwinden die charakteristischen Wurzeln der Matrix $S(yz)$, und folglich auch ihre Summe $\sigma(yz)$. Sei umgekehrt $\sigma(yz) = 0$ für jede Größe z von (ε). Ersetzt man z durch $z(yz)^{\varkappa-1}$, so erhält man $\sigma((yz)^\varkappa) = 0$. Demnach verschwindet ($H.$ § 4, (5.)) die Summe der $\varkappa^{\text{ten}}$ Potenzen der charakteristischen Wurzeln der Matrix $S(yz)$, also auch diese Wurzeln selbst, und folglich ist yz eine Wurzel der Null. Die Koordinaten $y_1, \cdots y_n$ der Wurzelgrößen y werden mithin gefunden durch Auflösung der homogenen linearen Gleichungen, die man erhält, indem man die Ableitungen der bilinearen Form $\sigma(yz)$ nach $z_1, \cdots z_n$ (oder die der quadratischen Form $\sigma(y^2)$ nach $y_1, \cdots y_n$) gleich Null setzt. Daher reproduzieren sich die Wurzelgrößen von (ε) durch Addition und durch Multiplikation mit gewöhnlichen Größen. Ferner sind yz und zy Wurzelgrößen, wenn y eine solche ist. Folglich bilden

die Wurzelgrößen von (ε) eine invariante Untergruppe, die ich das *Radikal* von (ε) nenne.

I. *Das Radikal einer Gruppe* (ε) *wird von allen Größen* y *gebildet, deren Koordinaten für jede Größe* z *den linearen Gleichungen* $\sigma(yz) = 0$ *(oder* $\tau(yz) = 0$*) genügen.*

Daß auch bei Gruppen ohne Haupteinheit (*H.* § 4, (9.))

$$\sigma(xy) = \sigma(yx) \tag{2.}$$

ist, ergibt sich aus (2.), § 2, indem man $\gamma = \delta$ setzt und nach γ summiert (Mol. § 3, (4.)).

Eine Wurzelgruppe kann auch als eine Gruppe definiert werden, die ihrem Radikal gleich ist. Nennt man eine von Null verschiedene Größe x, die der Gleichung $x^2 = x$ genügt, eine *Einheit*, so hat Peirce, *Linear Associative Algebra, Nr. 51* (American Journ. tome IV) gezeigt:

II. *Damit eine Gruppe eine Wurzelgruppe sei, ist notwendig und hinreichend, daß sie keine Einheit enthält.*

Denn ist m der kleinste Exponent, für den $x^m = 0$ ist, so kann nicht $x = x^2$ sein, weil sonst $x^{m-1} = x^m = 0$ wäre.

Sei ferner $\psi((x)) = 0$ die *reduzierte* Gleichung, der die Größe x der Gruppe (ε) genügt. Dies ist die Gleichung niedrigsten Grades der Form $px^0 + qx + rx^2 + \cdots = 0$ oder $px + qx^2 + rx^3 + \cdots = 0$, je nachdem (ε) eine Haupteinheit $x^0 = e$ hat oder nicht. Sei $\psi(u) = (u-a)^\alpha \chi(u)$ und $\chi(a)$ von Null verschieden. Man bestimme (*Über vertauschbare Matrizen*, Sitzungsberichte 1896, § 3) eine ganze Funktion $f(u)$ so, daß $f(u)-1$ durch $(u-a)^\alpha$ teilbar ist. Besitzt (ε) eine Haupteinheit, so sei ferner $f(u)$ durch $\chi(u)$ teilbar, ist dies aber nicht der Fall und ist a von Null verschieden, so sei $f(u)$ durch $u\chi(u)$ teilbar. Dann ist $f(u)^2 - f(u)$ durch $\psi(u)$ teilbar, $f(u)$ selbst aber nicht. Ist also $y = f((x))$, so ist $y^2 = y$ und y von Null verschieden. Ist demnach (ε) keine Wurzelgruppe, so enthält sie eine Einheit.

Hat (ε) eine Haupteinheit, und ist

$$\psi(u) = (u-a)^\alpha (u-b)^\beta (u-c)^\gamma \cdots,$$

so mögen den verschiedenen Wurzeln $a, b, c, \cdots$ von $\psi(u)$ in der angegebenen Weise die ganzen Funktionen $f(u), g(u), h(u), \cdots$ entsprechen. Dann ist $f(u)g(u)$ und $f(u)+g(u)+h(u)+\cdots-1$ durch $\psi(u)$ teilbar, und mithin ist

$$f((x))^2 = f((x)), \qquad f((x))g((x)) = 0 \tag{3.}$$

und

$$f((x)) + g((x)) + h((x)) + \cdots = e. \tag{4.}$$

Auf diese Art läßt sich (C. 17) die Haupteinheit e in so viele unabhängige Einheiten zerlegen, als die Gleichung $\psi(u) = 0$ verschiedene Wurzeln hat.

III. *Wenn die Primfaktoren der Determinante einer Gruppe mit Haupteinheit alle linear sind, so besteht ihr Radikal aus allen in der Gruppe enthaltenen Wurzeln der Null.*

Denn sind x und y zwei Größen der Gruppe (ε), so ist

$$|S(ux + vy + we)| = \Pi\,(uu_\alpha + vv_\alpha + w)$$

ein Produkt von linearen Faktoren. Setzt man $v = 0$ oder $u = 0$, so erkennt man, daß hierin $u_1, \cdots u_n$ die charakteristischen Wurzeln von $S(x)$ sind und $v_1, \cdots v_n$ die von $S(y)$. Ist y eine Wurzel der Null, so ist $v_1 = \cdots = v_n = 0$. Ist $z = g((y))$, so sind daher die charakteristischen Wurzeln von $S(z)$ alle gleich $g(0)$. Ist also v von Null verschieden und $z = u(y + ve)^{-1}$, so sind sie alle gleich $\frac{u}{v}$. Folglich ist

$$\left|S\left(x + u(y+ve)^{-1}\right)\right| = \Pi\left(u_\alpha + \frac{u}{v}\right), \qquad |S(y+ve)| = v^n,$$

also weil

$$S\left(x + u(y+ve)^{-1}\right) S(y+ve) = S(xy + vx + ue)$$

ist

$$|S(xy + vx + ue)| = \Pi\,(u_\alpha v + u).$$

Da beide Seiten dieser Gleichung ganze Funktionen von v sind, so gilt sie auch für den bisher ausgeschlossenen Wert $v = 0$. Demnach ist $|S(xy + ue)| = u^n$, folglich ist (C. 28) xy eine Wurzel der Null und y eine Wurzelgröße von (ε).

Die Umkehrung dieses Satzes ergibt sich aus den in § 5 erhaltenen Resultaten, wonach, wenn dort $r > 1$ ist, $\varepsilon_{12}^2 = 0$ ist, aber ε_{12} dem Radikale von (ε) nicht angehört.

§ 4.

I. *In jeder Wurzelgruppe gibt es eine von Null verschiedene Größe x, die den Gleichungen $xy = yx = 0$ genügt, falls y eine beliebige Größe der Gruppe ist.*

Für diesen Satz gibt Hr. Cartan (Nr. 31—34) einen sehr scharfsinnigen, aber etwas umständlichen Beweis, den ich hier durch einen wesentlich einfacheren ersetzen will. Man kann den Satz auch so aussprechen:

II. *Jede Wurzelgruppe enthält eine invariante Untergruppe der Ordnung* 1.

Daß beide Sätze identisch sind, folgt aus einem von Hrn. Cartan (C. 29) viel benutzten Lemma, worin x und y zwei Größen einer Gruppe mit oder ohne Haupteinheit bedeuten:

III. *Ist* $xy = ax$ *(oder* $yx = ax$*), wo* a *eine gewöhnliche Größe ist, und ist* y *eine Wurzel der Null, so ist entweder* $x = 0$ *oder* $a = 0$.

Nach Voraussetzung gibt es eine solche Zahl k, daß $y^k = 0$ ist, also auch eine solche Zahl l, daß $xy^l = 0$ ist. Sei nicht $x = 0$, und sei m die kleinste Zahl dieser Art. Dann ist $m > 0$, und $xy^m = 0$, aber xy^{m-1} (worunter für $m = 1$ x zu verstehen ist) von Null verschieden. Aus $xy^m = axy^{m-1}$ folgt daher $a = 0$. Zu demselben Resultate gelangt man, indem man die Gleichung $x(y-a) = 0$ rechts mit $y^{m-1} + y^{m-2}a + \cdots + a^{m-1}$ multipliziert. Der Satz läßt sich so verallgemeinern:

IV. *Sind* $x_1, x_2, \cdots x_m$ *Größen einer Wurzelgruppe, und ist das Produkt* $x_1 x_2 \cdots x_m$ *von Null verschieden, so sind die* m *Größen*

$$x_1, \quad x_1 x_2, \quad x_1 x_2 x_3, \cdots \quad x_1 x_2 \cdots x_m$$

linear unabhängig.

Denn sei

$$a x_1 \cdots x_l + b x_1 \cdots x_l x_{l+1} + c x_1 \cdots x_l x_{l+1} x_{l+2} + \cdots = 0,$$

wo a der erste von Null verschiedene Koeffizient ist. Dann ist

$$b x_{l+1} + c x_{l+1} x_{l+2} + \cdots = -y$$

eine Größe der Wurzelgruppe (η), also eine Wurzel der Null, und es ist

$$x_1 \cdots x_l (a - y) = 0,$$

also $x_1 \cdots x_l = 0$ und mithin auch $x_1 \cdots x_m = 0$.

V. *In einer Wurzelgruppe der Ordnung* $n-1$ *verschwindet das Produkt von je* n *Größen.*

Denn wäre $x_1 \cdots x_n$ von Null verschieden, so wären die n Größen

$$x_1, \quad x_1 x_2, \quad x_1 x_2 x_3, \cdots \quad x_1 x_2 \cdots x_n$$

linear unabhängig, also die Ordnung der Gruppe $\geq n$.

Nach diesem Satze gibt es für eine Wurzelgruppe (η) eine solche invariante Zahl m, daß das Produkt von je m Größen von (η) verschwindet, aber nicht das von je $m-1$. Ist x ein nicht verschwindendes Produkt von $m-1$ Größen von (η), so ist xy und yx ein Produkt von m Größen, und folglich Null. Durch wiederholte Anwendung dieses Satzes ergibt sich (C. 31):

VI. *Die Grundzahlen* $\eta_1, \eta_2, \cdots \eta_{n-1}$ *einer Wurzelgruppe der Ordnung* $n-1$ *kann man so wählen, daß das Produkt* $\eta_\alpha \eta_\beta$ *eine lineare Verbindung der Grundzahlen ist, deren Index* $> \alpha$ *und* $> \beta$ *ist.*

Nach dem Satze V gibt es ferner für eine Wurzelgruppe (η) eine invariante Zahl l $(\leq m)$, die kleinste der Art, daß die l^{te} Potenz jeder Größe der Gruppe verschwindet. Für eine kommutative Gruppe ist $l = m$. Ferner gilt der Satz:

VII. *Gibt es in einer Wurzelgruppe, deren Ordnung $n-1$ ist, $n-1$ Größen, deren Produkt $x_1 x_2 \cdots x_{n-1}$ von Null verschieden ist, so ist auch x_1^{n-1} von Null verschieden, und die Gruppe ist die aus allen ganzen Funktionen von x_1 gebildete kommutative Gruppe.*

Denn nach Satz IV sind die $n-1$ Größen

$$x_1\,, \quad x_1 x_2\,, \quad x_1 x_2 x_3\,, \cdots \quad x_1 x_2 \cdots x_{n-1}$$

linear unabhängig, bilden also eine Basis der Gruppe (η). Daher ist

$$x_\varkappa = a_{\varkappa 1} x_1 + a_{\varkappa 2} x_1 x_2 + \cdots + a_{\varkappa, n-1} x_1 x_2 \cdots x_{n-1} \qquad (\varkappa = 1, 2, \cdots n-1).$$

Da das Produkt von je n Größen der Gruppe (η) verschwindet, so erhält man durch Multiplikation dieser $n-1$ Gleichungen

$$x_1 x_2 \cdots x_{n-1} = a_{11} a_{21} \cdots a_{n-1,1} x_1^{n-1},$$

und mithin ist x_1^{n-1} von Null verschieden. Daher bilden auch, wenn man $x_1 = x$ setzt,

$$x\,,\ x^2\,,\ \cdots\ x^{n-1}$$

eine Basis von (η). Ergänzt man sie durch $x^0 = e$ zu einer Gruppe (ε) der Ordnung n, die aus den Größen $z = z x^0 + z_1 x + \cdots + z_{n-1} x^{n-1}$ besteht, so enthält deren Determinante $|S(z)| = z^n$ nur einen Elementarteiler.

§ 5.

Ich wende mich jetzt zum Beweise des Satzes von Cartan. Sei (ε) eine Gruppe der Ordnung n mit Haupteinheit, sei (η) ihr Radikal, $n-m$ seine Ordnung. Dann ist m der lineare Rang der Determinante von (ε)

$$\Theta(x) = |S(x)| = \Pi \Phi^s. \tag{1.}$$

Jeder ihrer k Primfaktoren kann durch passende Wahl der Grundzahlen auf die Form einer Determinante

$$\Phi(x) = |x_{\alpha\beta}| \qquad (\alpha, \beta = 1, 2, \cdots r) \tag{2.}$$

gebracht werden. Die

$$m = r^2 + r'^2 + r''^2 + \cdots \tag{3.}$$

Elemente

$$x_{\alpha\beta}\ ,\quad x'_{\alpha\beta}\ ,\quad x''_{\alpha\beta}\,, \cdots \tag{4.}$$

der k verschiedenen Determinanten $\Phi, \Phi', \Phi'', \cdots$ der Grade $r, r', r'', \cdots$ sind lauter unabhängige Variable. Die Determinante der mit (ε) homomorphen Dedekindschen Gruppe (ϑ) ist $\Pi \Phi^r$, der Exponent r von Φ ist dem Grade des Primfaktors gleich.

Man kann die n Grundzahlen von (ε) so wählen, daß $\varepsilon_{m+1}, \cdots \varepsilon_n$ die Basis des Radikals (η) bilden, und daß die Größen (4.) die Ko-

ordinaten von $\varepsilon_1, \cdots \varepsilon_m$ werden. Diese m Grundzahlen bezeichne ich daher mit

$$(5.) \qquad \varepsilon_{\alpha\beta}, \quad \varepsilon'_{\alpha\beta}, \quad \varepsilon''_{\alpha\beta}, \cdots,$$

jene $n-m$ mit $\eta_1, \cdots \eta_{n-m}$, so daß

$$(6.) \qquad x = \Sigma\, x_{\alpha\beta}\,\varepsilon_{\alpha\beta} + \Sigma\, x'_{\alpha\beta}\,\varepsilon'_{\alpha\beta} + \Sigma\, x''_{\alpha\beta}\,\varepsilon''_{\alpha\beta} + \cdots + \Sigma\, y_r\,\eta_r$$

eine beliebige Größe von (ε) wird. Die charakteristische Determinante von $S(x)$ ist dann

$$(7.) \qquad |S(ue-x)| = \Pi\,|ue_{\alpha\beta} - x_{\alpha\beta}|^s.$$

Zwischen den Grundzahlen (5.) bestehen die Relationen

$$(8.) \qquad \varepsilon_{\alpha\beta}\,\varepsilon_{\beta\gamma} \equiv \varepsilon_{\alpha\gamma}\,, \qquad \varepsilon_{\alpha\delta}\,\varepsilon_{\beta\gamma} \equiv 0\,, \qquad \varepsilon_{\alpha\delta}\,\varepsilon'_{\beta\gamma} \equiv 0 \qquad (\text{mod. } \eta),$$

in der zweiten sind β und δ als verschieden vorausgesetzt. Es ist zu zeigen, daß sich die Grundzahlen (5.) mod. (η) so abändern lassen, daß diese Gleichungen absolut gelten. Sei

$$z = a_1\varepsilon_{11} + \cdots + a_r\varepsilon_{rr} + a_{r+1}\varepsilon'_{11} + \cdots + a_{r+r'}\varepsilon'_{r'r'} + \cdots,$$

oder wenn man

$$(9.) \qquad \varepsilon_{11} = \varepsilon_1, \cdots \varepsilon_{rr} = \varepsilon_r\,, \qquad \varepsilon'_{11} = \varepsilon_{r+1}, \cdots \varepsilon'_{r'r'} = \varepsilon_{r+r'}, \cdots$$

setzt, $z = \Sigma\,\varepsilon_\lambda a_\lambda$. Die

$$(10.) \qquad p = r + r' + r'' + \cdots$$

Koordinaten a_λ können in irgend einer bestimmten Weise gewählt werden, nur sollen sie alle untereinander verschieden sein. Dann ist

$$\varphi(u) = |S(ue-z)| = (u-a_1)^s \cdots (u-a_r)^s (u-a_{r+1})^{s'} \cdots (u-a_{r+r'})^{s'} \cdots,$$

und wenn $f(u)$ eine ganze Funktion von u ist, nach (8.)

$$f((z)) \equiv \Sigma\,\varepsilon_\lambda f(a_\lambda) \quad (\text{mod. } \eta).$$

Wie in § 3, (3.) bestimme ich nun p ganze Funktionen $f_\lambda(u)$ so, daß $(u-a_1)^s f_1(u)$ durch $\phi(u)$ und $f_1(u)-1$ durch $(u-a_1)^s$ teilbar ist. Dann ist

$$(11^*.) \qquad f_\lambda((z))^2 = f_\lambda((z))\,, \qquad f_\varkappa((z))f_\lambda((z)) = 0$$

und

$$(12^*.) \qquad \Sigma f_\lambda((z)) = e.$$

Ferner ist $f_\lambda((z)) \equiv \varepsilon_\lambda$ (mod. η), und daher kann man ε_λ (mod. η) so abändern, daß $f_\lambda(z) = \varepsilon_\lambda$ wird. Dann ist

$$(11.) \qquad \varepsilon_{\alpha\alpha}^2 = \varepsilon_{\alpha\alpha}\,, \qquad \varepsilon_{\alpha\alpha}\,\varepsilon_{\beta\beta} = 0\,, \qquad \varepsilon_{\alpha\alpha}\,\varepsilon'_{\beta\beta} = 0$$

und

$$(12.) \qquad \Sigma\,\varepsilon_\lambda = e.$$

Nun ist nach (8.)

$$\varepsilon_{\alpha\beta} \equiv \varepsilon_{\alpha\alpha}\varepsilon_{\alpha\beta}\varepsilon_{\beta\beta} \quad , \qquad \varepsilon'_{\alpha\beta} \equiv \varepsilon'_{\alpha\alpha}\varepsilon'_{\alpha\beta}\varepsilon'_{\beta\beta} , \cdots \qquad (\text{mod. } \eta) .$$

Ist $\alpha = \beta$, so gelten die Gleichungen absolut. Ist α von β verschieden, so ersetze man $\varepsilon_{\alpha\beta}$ durch $\varepsilon_{\alpha\alpha}\varepsilon_{\alpha\beta}\varepsilon_{\beta\beta}$. Dadurch wird diese Grundzahl (mod. η) so abgeändert, daß nach (11.) jetzt

$$(13.) \qquad \varepsilon_{\alpha\alpha}\varepsilon_{\alpha\beta} = \varepsilon_{\alpha\beta} \quad , \qquad \varepsilon_{\alpha\beta}\varepsilon_{\beta\beta} = \varepsilon_{\alpha\beta}$$

und

$$(14.) \qquad \varepsilon_{\alpha\beta}\varepsilon_{\delta\gamma} = 0 \quad , \qquad \varepsilon_{\alpha\beta}\varepsilon'_{\delta\gamma} = 0$$

ist, falls in der ersten Gleichung δ von β verschieden ist.

Die Grundzahlen $\varepsilon_{\alpha\alpha}, \varepsilon'_{\alpha\alpha}, \cdots$ ändere ich nicht weiter ab, wohl aber die Grundzahlen $\varepsilon_{\alpha\beta}, \varepsilon'_{\alpha\beta}, \cdots$, doch so, daß die bereits gewonnenen Relationen bestehen bleiben. Ist η eine beliebige Größe von (ε), so nenne ich

$$(15.) \qquad \varepsilon_{\varkappa}\eta\varepsilon_{\lambda} = \eta_{\varkappa\lambda}$$

eine Größe vom Typus $(\varkappa, \lambda)$. Sie genügt den Gleichungen

$$(16.) \qquad \varepsilon_{\varkappa}\eta_{\varkappa\lambda} = \eta_{\varkappa\lambda} \quad , \qquad \eta_{\varkappa\lambda}\varepsilon_{\lambda} = \eta_{\varkappa\lambda} ,$$

und wenn μ von $\varkappa$, und ν von λ verschieden ist,

$$(17.) \qquad \varepsilon_{\mu}\eta_{\varkappa\lambda} = 0 \quad , \qquad \eta_{\varkappa\lambda}\varepsilon_{\nu} = 0 .$$

Ist η eine Größe der invarianten Untergruppe (η), so gehört auch $\eta_{\varkappa\lambda}$ dem Radikal an. Dann kann man $\varepsilon_{\alpha\beta}$ um eine beliebige Wurzelgröße $\eta_{\alpha\beta}$ vom Typus (α, β) abändern, ohne daß die Gleichungen (13.) und (14.) sich ändern.

Nun ist $\varepsilon_{\alpha\beta}\varepsilon_{\beta\alpha} \equiv \varepsilon_{\alpha\alpha}$, also

$$(18.) \qquad \varepsilon_{\alpha\beta}\varepsilon_{\beta\alpha} = \varepsilon_{\alpha\alpha} - \eta_{\alpha\alpha} ,$$

wo $\eta_{\alpha\alpha}$ eine Größe von (η) ist, und zwar nach (13.) eine solche vom Typus (α, α). Daher ist die rechte Seite gleich $\varepsilon_{\alpha\alpha}(e - \eta_{\alpha\alpha})$. Aus der Gleichung

$$e - x^l = (e - x)(x^0 + x + \cdots + x^{l-1})$$

folgt

$$e = (e - x)(x^0 + x + \cdots + x^{l-1})$$

falls $x^l = 0$ ist. Ist nun $\eta^l_{\alpha\alpha} = 0$, so multipliziere man die Gleichung (18.) rechts mit

$$\eta^0_{\alpha\alpha} + \eta_{\alpha\alpha} + \cdots + \eta^{l-1}_{\alpha\alpha} .$$

Dann erhält man

$$\varepsilon_{\alpha\beta}(\varepsilon_{\beta\alpha} + \eta_{\beta\alpha}) = \varepsilon_{\alpha\alpha} ,$$

wo

$$\eta_{\beta\alpha} = \varepsilon_{\beta\alpha}(\eta_{\alpha\alpha} + \eta^2_{\alpha\alpha} + \cdots + \eta^{l-1}_{\alpha\alpha})$$

eine Wurzelgröße vom Typus (β, α) ist. Ändert man also $\varepsilon_{\beta\alpha}$ um $\eta_{\beta\alpha}$ ab, so wird

(19.) $$\varepsilon_{\alpha\beta}\,\varepsilon_{\beta\alpha} = \varepsilon_{\alpha\alpha}\,.$$

Dann ist aber auch immer (C. 52).

(20.) $$\varepsilon_{\beta\alpha}\,\varepsilon_{\alpha\beta} = \varepsilon_{\beta\beta}\,.$$

Denn zunächst ist $\varepsilon_{\beta\alpha}\,\varepsilon_{\alpha\beta} = \varepsilon_{\beta\beta} - \eta_{\beta\beta}$, und daraus ergibt sich wie eben $\varepsilon_{\beta\alpha}(\varepsilon_{\alpha\beta} + \eta_{\alpha\beta}) = \varepsilon_{\beta\beta}$, also wenn man links mit $\varepsilon_{\alpha\beta}$ multipliziert, $\varepsilon_{\alpha\beta} + \eta_{\alpha\beta} = \varepsilon_{\alpha\beta}$ und mithin $\eta_{\alpha\beta} = 0$.

Nun wähle man $\varepsilon_{12}, \cdots \varepsilon_{1r}$ irgendwie (C. 67) den bisher aufgestellten Relationen gemäß, alsdann $\varepsilon_{21}, \cdots \varepsilon_{r1}$ so, daß $\varepsilon_{1\alpha}\varepsilon_{\alpha 1} = \varepsilon_{11}$, und folglich auch $\varepsilon_{\alpha 1}\varepsilon_{1\alpha} = \varepsilon_{\alpha\alpha}$ ist. Dann gilt die Gleichung

(21.) $$\varepsilon_{\alpha\beta} = \varepsilon_{\alpha 1}\varepsilon_{1\beta}\,,$$

falls $\alpha = 1$ oder $\beta = 1$ oder $\alpha = \beta$ ist, also für die Fälle, wo bereits über $\varepsilon_{\alpha\beta}$ verfügt ist. Sind aber α und β verschieden und beide > 1, so ist $\varepsilon_{\alpha\beta} = \varepsilon_{\alpha 1}\varepsilon_{1\beta} + \eta_{\alpha\beta}$, wo $\eta_{\alpha\beta}$ eine Wurzelgröße vom Typus (α, β) ist. Daher kann man $\varepsilon_{\alpha\beta}$ so abändern, daß die Gleichung (21.) erfüllt wird. Dann ist

$$\varepsilon_{\alpha\beta}\varepsilon_{\beta\gamma} = \varepsilon_{\alpha 1}(\varepsilon_{1\beta}\varepsilon_{\beta 1})\varepsilon_{1\gamma} = \varepsilon_{\alpha 1}\varepsilon_{11}\varepsilon_{1\gamma} = \varepsilon_{\alpha 1}\varepsilon_{1\gamma} = \varepsilon_{\alpha\gamma}.$$

Die Gleichungen (8.) gelten jetzt alle absolut, und mithin sind die m Größen (5.) die Grundzahlen einer Gruppe (ϑ).

Nach (12.) ist

$$\eta = (\varepsilon_1 + \cdots + \varepsilon_p)\,\eta\,(\varepsilon_1 + \cdots + \varepsilon_p) = \Sigma\,(\varepsilon_\varkappa \eta \varepsilon_\lambda).$$

Daher kann man die Wurzelgrößen alle aus den $(n-m)\,p^2$ Größen $\varepsilon_\varkappa \eta_\nu \varepsilon_\lambda$ zusammensetzen. Wählt man aus diesen ein System unabhängiger aus, so gehört auch jede der Grundzahlen des Radikals zu einem bestimmten Typus $(\varkappa, \lambda)$. In der Untergruppe (ϑ) hat $\varepsilon_{\alpha\beta}$, falls α und β zwei der Zahlen von 1 bis r sind, den Typus (α, β). Dagegen enthält sie z. B. keine Größe vom Typus $(1, r+1)$.

Werden die n Grundzahlen von (ε) in der angegebenen Weise gewählt, so lassen sich nach (17.) alle Größen $\xi_{\varkappa\lambda}$ vom Typus $(\varkappa, \lambda)$ nur durch die Grundzahlen ausdrücken, die denselben Typus haben. Die Grundzahlen vom Typus $(1, 1)$ bilden die Basis einer Gruppe, wofür $\varepsilon_1 = \varepsilon_{11}$ die Haupteinheit und zugleich die einzige Einheit ist. Die übrigen Grundzahlen vom Typus $(1, 1)$ bilden die Basis ihres Radikals. Sind α und β zwei der Zahlen $1, 2 \cdots r$, so ist von den beiden Gleichungen

$$\varepsilon_{\alpha\beta}\,\xi_{\beta\lambda} = \xi_{\alpha\lambda} \quad , \qquad \varepsilon_{\beta\alpha}\,\xi_{\alpha\lambda} = \xi_{\beta\lambda}$$

jede die Folge der anderen. Daher erhält man (C. 57) alle Größen vom Typus (β, λ), indem man $\varepsilon_{\beta\alpha}$ mit allen Größen vom Typus (α, λ) multipliziert.

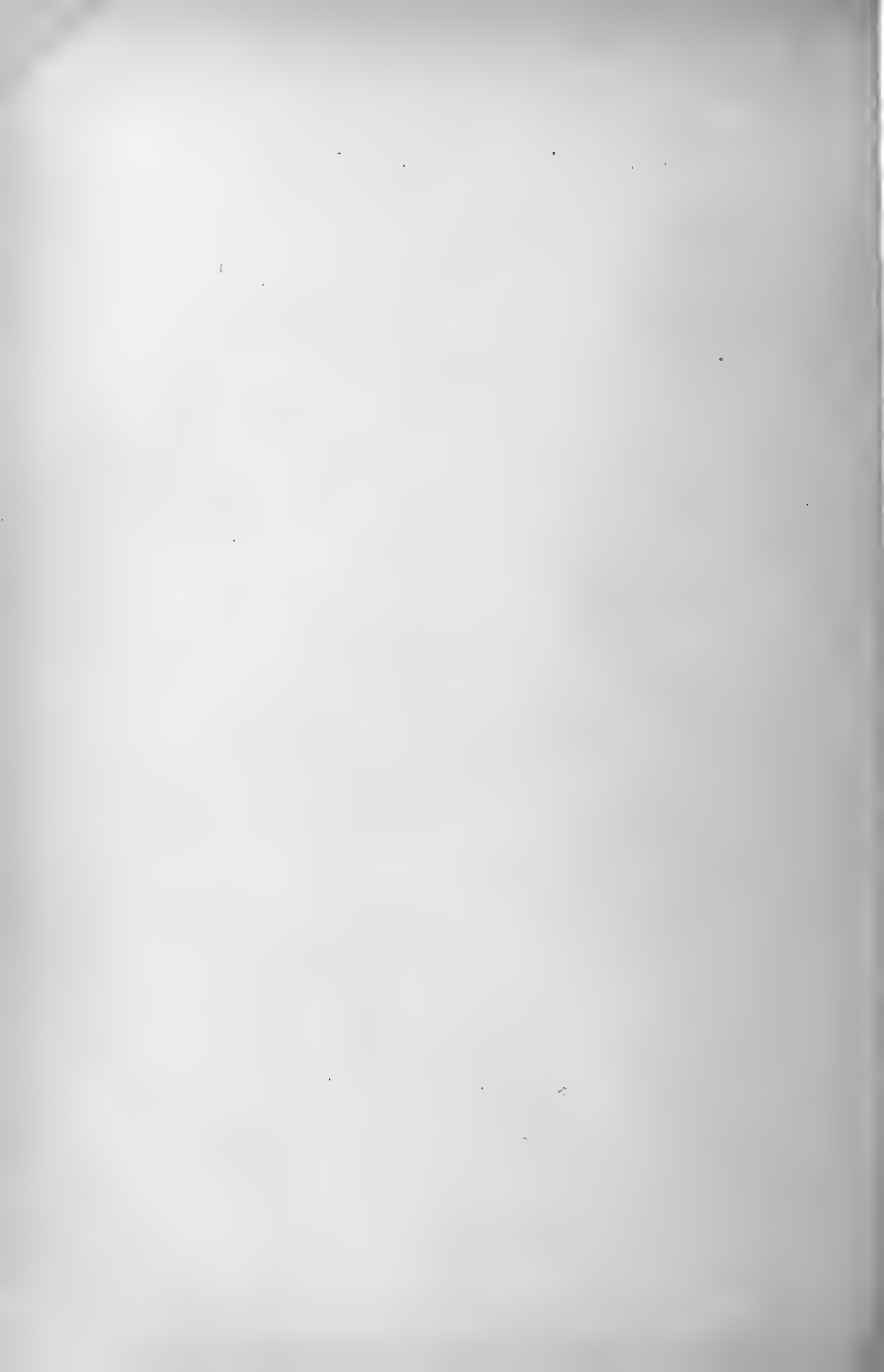
Ferner bilden alle Grundzahlen vom Typus

$$(1,1),(1,r+1),(1,r+r'+1),\cdots(r+1,1)(r+1,r+r),(r+1,r+r'+1),\cdots$$
$$(r+r'+1,1),(r+r'+1,r+1),(r+r'+1,r+r'+1),\cdots$$

zusammengenommen die Basis einer Gruppe (ε'), die k unter ihnen enthaltenen Größen von (ϑ), $\varepsilon_1, \varepsilon_{r+1}, \varepsilon_{r+r'+1}, \cdots$ bilden die Basis einer kommutativen DEDEKINDschen Gruppe (ϑ'), die übrigen die Basis einer Wurzelgruppe (η'), die eine invariante Untergruppe von (ε') ist. Nach § 1 ist daher (η') das Radikal von (ε'). Da (ϑ') eine kommutative Gruppe ist, so zerfällt die Determinante von (ε') in lauter lineare Faktoren. Wie sich aus den Relationen zwischen den Grundzahlen dieser Gruppe (ε') die zwischen den Grundzahlen von (ε) ableiten lassen, hat Hr. CARTAN (C. 57—60) so ausführlich dargelegt, daß ich darauf hier nicht zurückkommen will.

Ausgegeben am 18. Juni.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.



SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

XXXI.

18. Juni 1903.

BERLIN 1903.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«.

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav **regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung.** Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten.

§ 6.

1. Für die Aufnahme einer wissenschaftlichen Mittheilung in die Sitzungsberichte gelten neben § 41, 2 der Statuten und § 28 dieses Reglements die folgenden besonderen Bestimmungen.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammt-Akademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stöcke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

1. Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden.

2. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies nach den geltenden Rechtsregeln zusteht, so bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammt-Akademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

5. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 11.

1. Der Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Kopf der Sitzungsberichte mit Jahreszahl, Stücknummer, Tag und Kategorie der Sitzung, darunter der Titel der Mittheilung und der Name des Verfassers stehen.

2. Bei Mittheilungen, die mit dem Kopf der Sitzungsberichte und einem angemessenen Titel nicht über zwei Seiten füllen, fällt in der Regel der Umschlag fort.

3. Einem Verfasser, welcher Mitglied der Akademie ist, steht es frei, auf Kosten der Akademie weitere gleiche Sonderabdrücke bis zur Zahl von noch hundert, und auf seine Kosten noch weitere bis zur Zahl von zweihundert (im ganzen also 350) zu unentgeltlicher Vertheilung abziehen zu lassen, sofern er diess rechtzeitig dem redigirenden Secretar angezeigt hat; wünscht er auf seine Kosten noch mehr Abdrücke zur Vertheilung zu erhalten, so bedarf es der Genehmigung der Gesammt-Akademie oder der betreffenden Classe. — Nichtmitglieder erhalten 50 Freiexemplare und dürfen nach rechtzeitiger Anzeige bei dem redigirenden Secretar weitere 200 Exemplare auf ihre Kosten abziehen lassen.

§ 28.

1. Jede zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Wenn schriftliche Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder direct bei der Akademie oder bei einer der Classen eingehen, so hat sie der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

[Aus Stat. § 41, 2. — Für die Aufnahme bedarf es einer ausdrücklichen Genehmigung der Akademie oder einer der Classen. Ein darauf gerichteter Antrag kann, s o b a l d d a s M a n u s c r i p t d r u c k f e r t i g v o r l i e g t, gestellt und sogleich zur Abstimmung gebracht werden.]

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte, jedoch nicht für die darin aufgenommenen kurzen Inhaltsangaben der gelesenen Abhandlungen verantwortlich. **Für diese wie für alle übrigen Theile der Sitzungsberichte sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.**

Die Akademie versendet ihre »Sitzungsberichte« an diejenigen Stellen, mit denen sie im Schriftverkehr steht, wofern nicht im besonderen Falle anderes vereinbart wird, jährlich drei Mal, nämlich:

die Stücke von Januar bis April in der ersten Hälfte des Monats Mai,
» » » Mai bis Juli in der ersten Hälfte des Monats August,
» » » October bis December zu Anfang des nächsten Jahres nach Fertigstellung des Registers.

SITZUNGSBERICHTE 1903.

XXXI.

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

---

18. Juni. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

1. Hr. Helmert gab eine zweite Mittheilung über die Reduction der auf der physischen Erdoberfläche beobachteten Schwerebeschleunigungen auf ein gemeinsames Niveau.

Die übliche Reduction auf's Meeresniveau mit der normalen Höhenreduction wird empirisch sowie theoretisch aus der Gleichgewichtstheorie der Erdkruste begründet; dagegen erweist sich die neuerdings vorgeschlagene Reduction auf ein die höchsten Berge überragendes Niveau als unzweckmässig.

2. Die Gesammtakademie genehmigte die Aufnahme der in der philosophisch-historischen Classe am 11. Juni von Hrn. Conze vorgelegte Abhandlung des Hrn. Prof. Gelzer in Jena: Pergamon unter Byzantinern und Osmanen in die Abhandlungen.

Auf Veranlassung der Verwaltung der Königlichen Museen hat es der Verfasser unternommen, die Geschichte der Stadt Pergamon in byzantinischer und osmanischer Zeit aus den Quellen darzustellen, um so einen Anhalt zu bieten auch für das Verständniss der bei den preussischen Ausgrabungen bekannt gewordenen Ruinen und Funde der bezeichneten Periode.

3. Der Vorsitzende legte folgende soeben erschienene Bände akademischer Publicationen vor: Commentaria in Aristotelem graeca. Vol. 14. Pars 3. Ioannis Philoponi (Michaelis Ephesii) in libros de generatione animalium commentaria ed. Michael Hayduck. Berolini, G. Reimer, 1903. — Wilhelm von Humboldt's Gesammelte Schriften. Bd. 1. Werke. Hrsg. von Albert Leitzmann. Bd. 1. 1785—1795 und Bd. 10. Politische Denkschriften. Hrsg. von Bruno Gebhardt. Bd. 1. 1802—1810. Berlin, B. Behr, 1903; ferner das mit Unterstützung der Akademie erschienene Werk: W. Michaelsen, Die geographische Verbreitung der Oligochaeten. Berlin, R. Friedländer & Sohn, 1903.

4. Hr. Schmoller überreichte das Werk des correspondirenden Mitgliedes Hrn. Emile Levasseur: Bibliographie de l'histoire des classes ouvrières en France jusqu'en 1789. Paris 1903.

5. Die physikalisch-mathematische Classe hat zu wissenschaftlichen Unternehmungen bewilligt: Hrn. Landolt zur Bearbeitung einer dritten Ausgabe seiner »Physikalisch-chemischen Tabellen« als zweite und letzte Rate 3000 Mark; Hrn. Prof. Dr. Friedrich Dahl in Berlin zur Erforschung der Spinnenfauna Deutschlands 500 Mark; Hrn. Prof. Dr. Norbert Herz in Wien zur Bearbeitung eines Sterncatalogs für die Zone —6° bis —10° als letzte Rate 1500 Mark; Hrn. Prof. Dr. Gustav Klemm in Darmstadt zu einer geologischen Untersuchung des Tessinthals zwischen Nufenenpass und Bellinzona 500 Mark; Hrn. Prof. Dr. Robert Lauterborn in Heidelberg zu Untersuchungen über die Thier- und Pflanzenwelt des Rheins 1200 Mark; HH. Prof. Dr. Karl Runge und Dr. Julius Precht in Hannover zu Untersuchungen über das Spectrum des Radiums 500 Mark; Hrn. Prof. Dr. Julius Scheiner in Potsdam zu Untersuchungen über die Temperatur der Sonnenphotosphäre 980 Mark; Hrn. Prof. Dr. Adolf Schmidt in Potsdam zur weiteren Herausgabe der von ihm bearbeiteten älteren erdmagnetischen Beobachtungen 1250 Mark; Hrn. Prof. Dr. Robert Sommer in Giessen zur Fortführung seiner Untersuchungen über Ausdrucksbewegungen 500 Mark; Hrn. Dr. Ferdinand von Wolff in Berlin zum Abschluss seiner geologisch-petrographischen Untersuchung des Bozener Quarzporphyrgebiets 1150 Mark.

Die philosophisch-historische Classe hat bewilligt zunächst für ihre eigenen Unternehmungen: Hrn. Diels zur Fortführung der Arbeiten an einem Katalog der Handschriften der antiken Medicin 4000 Mark; Hrn. Koser zur Fortführung der Herausgabe der Politischen Correspondenz Friedrich's des Grossen 6000 Mark; Hrn. Mommsen zur Fortführung der Herausgabe des Codex Theodosianus 1200 Mark; Hrn. von Wilamowitz-Moellendorff zur Fortführung der Sammlung der griechischen Inschriften 5000 Mark; weiter für die Bearbeitung des Thesaurus linguae latinae über den etatsmässigen Beitrag von 5000 Mark hinaus noch 1000 Mark und zur Bearbeitung der hieroglyphischen Inschriften der griechisch-römischen Epoche für das Wörterbuch der ägyptischen Sprache 1500 Mark; endlich für besondere wissenschaftliche Unternehmungen Hrn. Bibliothekar Dr. Oskar Mann in Berlin als dritte und letzte Rate für seine Reise nach Vorderasien zum Studium der kurdisch-neupersischen Dialekte 3000 Mark: Hrn. Dr. Max Reich in Berlin als Reiseunterstützung zum Zwecke der Fortsetzung seiner Untersuchung der handschriftlich erhaltenen Briefe des Erasmus 1800 Mark;

Hrn. Prof. Dr. Ferdinand Tönnies in Eutin zur Ausführung moralstatistischer Untersuchungen als zweite Rate 800 Mark.

Die Akademie hat das auswärtige Mitglied der physikalisch-mathematischen Classe Hrn. Karl Gegenbaur in Heidelberg am 14. Juni und das correspondirende Mitglied derselben Classe Hrn. Luigi Cremona in Rom am 10. Juni durch den Tod verloren.

Über die Reduction der auf der physischen Erdoberfläche beobachteten Schwerebeschleunigungen auf ein gemeinsames Niveau.

Von F. R. Helmert.

Zweite Mittheilung.

In der ersten Mittheilung auf S. 843—855 dieser »Sitzungsberichte« 1902 habe ich zwei Verfahren besprochen, von denen das zuletzt behandelte nur den einfachen Übergang von g zu g_0, (mittelst der normalen Höhenänderung) verlangt, wenn auf die localen Reductionen verzichtet wird, die in gebirgigen Gegenden dem Ausgleich der unregelmässigen Geländeformen entsprechen würden. Bei diesem Verzicht unterbleibt also jede Idealisirung der Massenlagerung, während die vorher behandelte modificirte Methode von Bouguer eine solche erfordert (durch Condensation der äusseren Massen auf's Meeresniveau), dafür aber auch eine grosse Genauigkeit in jedem Einzelfalle bietet.

Ohne Idealisirung der Massenlagerung kommt auch Hr. Brillouin bei seinem Verfahren der Reduction auf ein höher gelegenes Niveau aus (1. Mitthlg., S. 843); allerdings entbehrt auch dieses Verfahren im Einzelfalle der Genauigkeit. Ich schicke der Besprechung dieses Verfahrens eine Darstellung der normalen Reduction von g voraus, weil dies Gelegenheit giebt, die von Brillouin gegebenen Formeln mit den üblichen zu vergleichen.

6.

Die normale Änderung der Schwerebeschleunigung mit der Höhe.

Sie giebt für den Betrag der Reduction von g auf g_0 bekanntlich in erster Annäherung einen der üblichen Ausdrücke $g(2H:R)$ oder $G(2H:R)$ oder $g(2H:r)$, worin G einen Mittelwerth von g_0 für die Erdoberfläche bezeichnet, während r der specielle Radiusvector des Erdortes ist. Durch die Anwendung der besonderen Werthe g und

r wird jedoch die Genauigkeit nicht erhöht; vielmehr genügt in allen Fällen mässig grosser Höhen der einfache Ausdruck

$$g_0 - g = +0.0003086\,H \tag{15}$$

für H in Metern und g in Centimetern, wie ich schon früher bemerkt habe (»Theorien« II, S. 98 und »Bericht von 1900«, S. 232 bez. »Verhandlungen in Paris 1900« II, S. 368). Bei sehr grossen Höhen wird jedoch noch ein Glied mit H^2 erforderlich.

Es kommt nämlich alsdann die genauere Näherungsformel in Betracht:

$$g_0 - g = \gamma_0 \left\{ \frac{2H}{R}\left(1 + \frac{2}{3}\mathfrak{a} + \mathfrak{c} - 2\mathfrak{a}\sin^2 B\right) - \frac{3H^2}{R^2} \right\} \tag{16}$$

(vergl. »Theorien« II, S. 97 (17). An dieser Stelle ist aber in Folge eines Versehens der Factor 3 von H^2 weggeblieben, ebenso fehlt dieser Factor in (11) und (13) auf S. 96 und 97 a. a. O.). Überschreitet H den Betrag von etwa 2625^{m}, so wird das Glied mit H^2 in den Tausendstel-Centimetern merklich, indem $3 \times 980^{cm}.6\, H^2 : R^2$ gleich $0^{cm}.0005$ ist.

Bei $H = 5^{km}$ beträgt also der Einfluss von H^2 etwa $0^{cm}.002$, bei $H = 8^{km}$ etwa $0^{cm}.005$.

Der Factor von H, in welchem $\mathfrak{a}$ die Abplattung bezeichnet, ändert sich scheinbar ziemlich stark mit der geographischen Breite B. Nach Clarke, Geodesy, S. 339, ist der Factor von $\gamma_0 \times 2H$ gleich $(1 + \mathfrak{c} + \mathfrak{a}\cos 2B) : a$; da aber in hinreichender Annäherung

$$1 : a = \left(1 - \frac{\mathfrak{a}}{3}\right) : R$$

ist, so stimmt dieses mit (16) überein.

Setzt man nun in (16) für γ_0 den ausreichenden Näherungswerth $\gamma_0 = \mathfrak{G}\left(1 - \frac{\mathfrak{b}}{2}\cos 2B\right)$ und eliminirt $\mathfrak{a}$ mittelst der bekannten Beziehung $\mathfrak{a} + \mathfrak{b} = \frac{5}{2}\mathfrak{c}$, so folgt aus (16):

$$g_0 - g = \mathfrak{G} \left\{ \frac{2H}{R}\left(1 + \frac{\mathfrak{c}}{6} + \frac{\mathfrak{b}}{3} + \left[\frac{5}{2}\mathfrak{c} - \frac{3}{2}\mathfrak{b}\right]\cos 2B\right) - \frac{3H^2}{R^2} \right\}. \tag{16*}$$

Dies giebt mit $\mathfrak{G} = 980^{cm}.6$, $R = 6371^{km}$, $\mathfrak{b} = 0.005302$ und $\mathfrak{c} = 0.0034677$[1]:

$$g_0 - g = 0^{cm}.3086\,(1 + 0.00071\cos 2B)\,H - 0^{cm}.000072\,H^2, \tag{17}$$

H in Kilometern.

---

[1] In den »Sitzungsberichten« 1901, S. 9, ist $\mathfrak{c} = 0.0034672$ gesetzt. Dies entspricht Bessel's Erdellipsoid, dessen Dimensionen jedoch etwas zu klein sind.

Lässt man das in $\cos 2B$ multiplicirte Glied weg, so giebt dies bei $H = 8^{km}$ erst knapp $0^{cm}.002$ Maximalfehler.

Es sei erwähnt, dass die Gleichung (16) genau genommen nur dann gilt, wenn das dem Ausdruck γ_0 entsprechende Normalsphäroid mit dem Meeresniveau zusammenfallend gedacht wird. Liegt dieses um N höher als jenes, so tritt an Stelle von H^2 der Unterschied

$$(H+N)^2 - N^2 = H^2 + 2HN.$$

Die entsprechende Änderung des 2. Gliedes rechter Hand in (16) ist aber unerheblich.

Es ist nicht ohne Interesse, noch die Reduction mit $g(2H:r)$ zu prüfen. Sie findet sich wesentlich ungenauer als diejenige nach Formel (17) bei Weglassung des Gliedes mit $\cos 2B$. Dagegen würde sich allerdings das Glied mit H^2 berücksichtigen lassen, indem man g und r für die halbe Meereshöhe H annähme.

Der Differentialquotient von g nach H ist, abgesehen von höheren Gliedern [»Theorien« II, S. 96 (9)]:

$$\frac{dg}{dh} = -\frac{2g}{r}(1 + \mathfrak{a} + \mathfrak{c} - 3\mathfrak{a}\sin^2 B).$$

Demnach wird, unter g nun den Beobachtungswerth in der Höhe H verstanden:

$$g_0 - g = g\frac{2H}{r_0 + \frac{H}{2}}\left(1 + \frac{H}{R}\right)(1 + \mathfrak{a} + \mathfrak{c} - 3\mathfrak{a}\sin^2 B), \qquad (18)$$

worin r_0 den Radiusvector im Meeresniveau bezeichnet. Die einfache Rechnung mit den drei ersten Gliedern oder mit der Formel

$$g_0 - g = g\frac{2H}{r_0}\left(1 + \frac{H}{2R}\right) \qquad (19)$$

berücksichtigt zwar, wie wir sogleich sehen werden, den Einfluss von H^2 völlig ebenso ausreichend wie die frühere Rechnung, aber die Ersetzung des Werthes des 2. Klammerausdrucks in (18) durch 1 giebt Fehler in $g_0 - g$, die in Bruchtheilen betragen: $\mathfrak{a} + \mathfrak{c}$ bis $\mathfrak{c} - 2\mathfrak{a}$, d. i. in Zahlen 0.0068 bis −0.0032.

Setzt man in (18) rechter Hand noch $g = \gamma_0\left(1 - \frac{2H}{R}\right)$ und $r_0 = R\left(1 + \frac{\mathfrak{a}}{3} - \mathfrak{a}\sin^2 B\right)$, so folgt genau wieder (16).

Die Formel (19) giebt also zwar den Einfluss von H^2 richtig, aber sie ist im Übrigen viel zu ungenau und dabei nicht bequem, um Beachtung zu verdienen.

Bei Gelegenheit der Entwickelung seines Vorschlages, die beobachteten g auf eine etwa 10^{km} hoch gelegene Niveaufläche zu übertragen, giebt Hr. Brillouin eine Formel an, die sich auf die Theorie der Kraftröhren und des Kraftflusses stützt. Man kann dabei aber nur die normalen Verhältnisse, entsprechend der Normalform der Niveauflächen, berücksichtigen, da die speciellen localen Verhältnisse nicht bekannt sind. Die Formel giebt also die normale Reduction der Schwerebeschleunigung von einem Niveau auf ein anderes (mit der hier ausreichenden Annäherung, dass zwischen beiden Niveaus von der Krümmung der Kraftlinien abgesehen wird). Die Formel lautet für den vorher behandelten Fall der Reduction von g auf g_0 im Meeresniveau:

$$g_0 = g\frac{(\rho_m + H)(\rho_n + H)}{\rho_m \rho_n} + 2\omega^2 H, \qquad (20)$$

worin ρ_m und ρ_n die Hauptkrümmungsradien der Meeresfläche und ω die Winkelgeschwindigkeit der Erdrotation bezeichnen.[1]

Setzt man hierin die Näherungsformeln ein:

$$\rho_m = R : \left(1 + \frac{5}{3}\mathfrak{a} - 3\mathfrak{a}\sin^2 B\right),$$

$$\rho_n = R : \left(1 - \frac{1}{3}\mathfrak{a} - \mathfrak{a}\sin^2 B\right)$$

und

$$2\omega^2 : g_0 = 2\mathfrak{c} : R,$$

so gelangt man wieder zur Reductionsformel (16). Für die wirkliche Anwendung dürfte Formel (17) der Formel (20) vorzuziehen sein, selbst wenn eine Tafel der ρ_m und der ρ_n vorliegt.

Die Berechnung nach (17) lässt sich selbstverständlich auch durch ein Hülfstäfelchen unterstützen; jedoch reicht, wie bemerkt, meistens der einfache Ausdruck (15) aus, so dass keine Veranlassung zur Aufstellung eines Täfelchens vorliegt. Hat man viele g für eine Hochgebirgsgegend zu berechnen, so wird in (17) meistens ein Mittelwerth von $0.3086\,(1 + 0.00071 \cos 2B)$ nach Maassgabe der Mittelbreite der Gegend ausreichen.

7.

Die Reduction von g auf ein in etwa 10^{km} Meereshöhe gelegenes Niveau führt Hr. Brillouin, wie bemerkt, nur mit der normalen Höhenänderung von g aus, ausgehend von dem Ausdruck, vergl. (20):

$$g^0 = g\frac{(\rho_m + H)(\rho_n + H)}{(\rho_m + A)(\rho_n + A)} - 2\omega^2(A - H), \qquad (21)$$

---

[1]) Revue générale des Sciences pures et appliqués, 1900, S. 877.

worin g° die Schwerebeschleunigung in der oberen Niveaufläche in der Meereshöhe A bezeichnet.

Anstatt aber g° direct aus g zu berechnen, kann man erst nach (20) aus g den Werth g_0 im Meeresniveau ableiten und dann von g_0 zu g° übergehen nach der Formel:

$$g^{\circ} = g_0 \frac{\rho_m \rho_n}{(\rho_m + A)(\rho_n + A)} - 2\omega^2 A; \qquad (22)$$

man erkennt leicht, dass innerhalb der angewandten Genauigkeit die drei Formeln (20), (21) und (22) zusammenstimmen. Die letzte Gleichung giebt entwickelt:

$$g^{\circ} - g_0 = -\gamma_0 \left\{ \frac{2A}{R}\left(1 + \frac{2}{3}\mathfrak{a} + \mathfrak{c} - 2\mathfrak{a}\sin^2 B\right) - \frac{3A^2}{R^2} \right\}, \qquad (23)$$

wobei rechter Hand g_0 durch γ_0 ersetzt ist, was genügt.

Die Höhe A wird nun von Brillouin im Princip so angenommen, dass das Potential der Schwerkraft in der oberen Niveaufläche um 10^9 C. G. S. kleiner ist als in der Meeresfläche. Er nimmt dann näherungsweise für Centimetermaass $A = 10^9 : g$. Dies reicht in der That bei kleinen H für den Zweck der Reduction auf g° aus; jedoch entsteht ein Fehler von der Ordnung $AH : R^2$, den man vermeidet, indem man setzt:

$$A = 10^9 : \gamma_0 . \qquad (24)$$

Die Potentialdifferenz der Niveaus für g° und g_0 ist damit allerdings auch nicht genau 10^9; die Abweichung ist aber nahezu constant und hängt nur noch in ganz geringem Maasse von der geographischen Lage ab. In Formel (23) ist jetzt $A\gamma_0 = 10^9$ zu setzen; für $A^2\gamma_0$ genügt $10^{18} : 980.6$. Damit folgt:

$$g^{\circ} - g_0 = -3^{\text{cm}}.139\,(1 + 0.00334\cos 2B). \qquad (25)$$

Diese Formel in Verbindung mit (17) giebt g°; man sieht, dass die Reduction $g^{\circ} - g_0$ gegen den Mittelwerth nur um $\pm 0^{\text{cm}}.010$ im Maximum schwankt.

Die Reduction von g auf g° bietet mit Benutzung der Formel (25) keine Schwierigkeit; es tritt aber deutlich hervor, dass in g° und g_0 dieselben Störungsbeträge enthalten sind: es sind diejenigen, die bei der Vergleichung von g und γ hervortreten, wenn γ den normalen Theil der Schwerebeschleunigung bezeichnet, der aus γ_0 durch Übertragung mit der normalen Änderung auf die Höhe H erhalten wird. Denn die rechte Seite der Gleichung (16) ist genau genommen nichts Anderes als $\gamma_0 - \gamma$, wofür dort aber $g_0 - g$ gesetzt wird, das mit $g^{\circ} - g$ bis auf die systematische Reduction (25) übereinstimmt. Im Allgemeinen aber werden die Störungsbeträge im oberen Niveau kleiner sein als $g - \gamma$.

Hiernach ist g^0 nicht genau gleich dem Differentialquotienten $\partial W : \partial h$ in dem oberen Niveau. Die Fehler sind keineswegs unerheblich und können in einzelnen Fällen sogar sehr beträchtlich werden. Ein häufiger Fall ist u. A. der, dass g in Thälern beobachtet wird; hier vermindern die Massen, welche oberhalb des Niveaus vom Beobachtungsorte P liegen, den Betrag der Schwerebeschleunigung. Ein darüber befindlicher Punkt P^0 im oberen Niveau erfährt jedoch durch dieselben Massen eine Vermehrung der Beschleunigung. Der Fehler in g^0 kann daher annähernd das Doppelte der Geländereduction für P betragen, für die Alpen leicht $0^{cm}.050$ und mehr. Im Allgemeinen wird der Fehler ja geringer bleiben, aber doch häufig von der Ordnung des Betrages von $0^{cm}.010$ sein, nämlich ausser bei Gebirgsstationen besonders in der Nähe steiler Küsten, ausserdem selbst in flachen Gegenden in Folge der Einwirkung der unterirdischen Störungsmassen (oder anders ausgedrückt: der ihnen äquivalenten ideellen störenden Schicht im Meeresniveau).

Die Methode der Reduction von g auf g^0 erscheint besonders durch den Umstand ungünstig, dass für die grosse Menge von Stationen in Flachländern oder Hügelländern von geringer Meereshöhe grosse Reductionsbeträge angebracht werden müssen, denen regelmässig eine Unsicherheit von Tausendstel-Centimetern, oft aber auch eine solche von Hundertstel-Centimetern anhaftet.

Auch Hr. Brillouin bemerkt, dass man in der Nothwendigkeit der Reduction für zahlreiche Stationen von geringer Meereshöhe einen Mangel erblicken könnte, ohne indessen die Frage der Genauigkeit zu berühren. Er empfiehlt, eventuell anstatt auf g^0 zu reduciren, auf g_0 überzugehen.

Diese Reduction auf g_0, die im 5. Abschnitt besprochen wurde, bezeichnet er als Reduction von Pratt, indessen wohl eigentlich mit Unrecht. Wenigstens meines Wissens bediente Pratt sich dieser Reduction nicht, wohl aber hatte Stokes sie schon früher benutzt (vergl. Abschn. 1).

Bei näherem Zusehen erweist sich nun in der That die Reduction auf g_0 nicht nur etwas einfacher als diejenige auf g^0, sondern auch als genauer.

Wie nämlich in Abschnitt 5 dargelegt worden ist, muss eigentlich g_0 noch verbessert werden wegen der von der horizontalen Begrenzung abweichenden Geländeform, sowie überhaupt wegen mangelnder Horizontalschichtung des Bodens. Es wurde nun dort eine ausgleichende, annähernd horizontale Geländeform und Bodenschichtung eingeführt und angenommen, dass der Punkt P zunächst auf dieses Gelände verschoben werde und g entsprechend reducirt sei. In der

Wirklichkeit erscheinen allerdings diese Reductionsbeträge, da sie niemals angebracht werden (abgesehen von der Höhenreduction mit $2H:R$), als Fehler.

Zu diesen Fehlern, die sich im Mittel für geeignete Regionen gegenseitig aufheben, treten nun noch Fehler, die dadurch entstehen, dass entsprechend dem Ansatz (13), S. 854 der 1. Mittheilung, g mit dem normalen Betrag von $(\partial g:\partial h)_a$ auf das Niveau W_0 reducirt wird.

Betrachtet man nun die Reduction von g auf das obere Niveau, so kann man sich g auch zuerst auf die ausgleichende Geländefläche reducirt denken und sodann auf das obere Niveau. Die zuerst entstehenden Fehler sind dieselben wie vorher und für geeignete Regionen im Mittel wieder Null oder doch gering. Aber die Fehler der zweiten Art sind im Allgemeinen grösser bei der Reduction auf's obere als bei der Reduction auf's untere Niveau, weil der Abstand h ein grösserer ist. Selbst für die Hochländer Südamericas und Asiens ist h in beiden Fällen nur annähernd gleich gross.

Da nun die mathematische Analyse ebenso gut an das im 5. Abschnitt eingeführte Niveau W_0 angeschlossen werden kann als an das obere, von Brillouin eingeführte, so empfiehlt es sich nach Vorstehendem, jenes zu benutzen und also g auf g_0 zu reduciren.

8.

Gleichgewichtstheorie von Pratt.

Die Reduction von g auf g_0 kann man auch als eine Annäherung für den Fall betrachten, dass die äusseren Massen vertical nach unten in die Tiefe der Erdkruste unterhalb des Meeresniveaus verschoben werden, wobei die Voraussetzung zu Grunde liegt, dass die äusseren Massen, der »Gleichgewichtstheorie« von Pratt entsprechend, aus der Tiefe stammen. Die Wirkung derartiger Verschiebungen auf g ist nicht nur eine directe, sondern auch eine merkliche indirecte, insofern das der Meeresfläche entsprechende Potentialniveau sich in der Regel um mehrere Meter, im Maximum bis etwa 30^m, senkt; die H werden somit vergrössert, so dass g_0 einen Zuwachs erhält, der im Durchschnitt einige Tausendstel-Centimeter betragen kann.

Um die Änderung der Höhenlage des Potentialniveaus zu erkennen, kann man zunächst eine über dem Punkte Q des Meeresniveaus concentrisch liegende, kreisförmige Platte von der Stärke D auf das Meeresniveau condensiren; die Formeln (4) und (5) der ersten Mittheilung, S. 850, geben dann angenähert richtig für $\psi > D:R$ die Höhenänderung des Potentialniveaus gleich

$$N_1 = \frac{3\Theta}{4\Theta_m}\frac{D^2}{R}\left\{1 + \sin\frac{\psi}{2} - \frac{D}{6R\sin\frac{\psi}{2}}\right\}.$$

Entspricht nun der Platte oberhalb des Meeresniveaus ein unterhalb desselben bis zur Tiefe T reichender Defect, so ist dessen Dichte sehr nahe gleich $-\Theta D:T$; seine Condensation giebt für $\psi > T:R$ eine Höhenstörung

$$N_2 = -\frac{3\Theta}{4\Theta_m}\frac{DT}{R}\left\{1 - \sin\frac{\psi}{2} - \frac{T}{6R\sin\frac{\psi}{2}}\right\}.$$

Bei der Entwickelung dieses Ausdrucks ist zu beachten, dass für eine differentielle Schicht dt in der Tiefe t in Formel (3), S. 850, $R+h$ in $R-t$, dagegen das alleinstehende h in t ohne Zeichenwechsel übergeht.[1]

Die Gesammthöhenstörung ist für $\psi > T:R > D:R$ angenähert gleich

$$N_1 + N_2 = -\frac{3\Theta D}{4\Theta_m R}\left\{T - D - (T+D)\sin\frac{\psi}{2} - \frac{T^2 - D^2}{6R\sin\frac{\psi}{2}}\right\}.$$

Wächst ψ von $T:R$ aus, so wächst $N_1 + N_2$ im Negativen bis zu dem Maximalwerth

$$(N_1 + N_2)_{max} = -\frac{3\Theta D}{4\Theta_m R}(T - D)\left\{1 - \frac{2(T+D)}{\sqrt{6(T-D)R}}\right\} \qquad (26)$$

bei $\sin\frac{\psi}{2} = \sqrt{(T-D):6R}$, d. i. angenähert bei $\psi R = 0.8\sqrt{R(T-D)}$, nimmt dann wieder ab und erreicht bei $\psi = \pi$ einen positiven, maximalen Grenzwerth: $+\frac{3\Theta D}{4\Theta_m R}\cdot 2D$, der aber kleiner ist als der Absolutwerth des vorigen Maximums, insofern D wesentlich kleiner als T anzunehmen ist.

Der Ausdruck (26) trifft annähernd den Fall des centralasiatischen Hochlandes und giebt rund -30^{m} als Höhenänderung des Meeresniveaus, wenn das Hochland in die Tiefe übergeführt würde.

(Vernachlässigt man D gegen T, so giebt (26) auch die Maximalhöhenstörung des Potentialniveaus, welche der Ausfüllung der Meeresbecken durch Massen aus der Tiefe entspricht; nur ist das Vorzeichen positiv zu nehmen und für Θ etwa 1.8 zu setzen.)

Für die Betrachtung der directen Wirkung der Massenverschiebung auf g kann nun von der Krümmung der Erde abgesehen werden,

[1] Auf S. 852 in Formel (11) ist bei z^2+a^2 das Quadratwurzelzeichen aus Versehen weggeblieben.

da deren Einfluss, wenigstens bei Beschränkung auf Verschiebungstiefen $T \leqq 100^{km}$, kaum auf die Tausendstel-Centimeter einwirkt, indem er nur etwa 0.001 der normalen Änderung von g mit H beträgt (»Theorien« II, S. 172, § 19). Nimmt man nun wieder an, dass sich zwischen P und der Meeresfläche eine flach cylindrische, zu P concentrische Masse von dem Radius a und der Dichtigkeit Θ befinde, und dass diese Masse auf die Tiefe T vertheilt werde, so wird die Änderung von g (mit Benutzung der Formel für die Anziehung des Cylinders auf einen äusseren Axenpunkt) näherungsweise gleich

$$-\frac{3\Theta}{2\Theta_m}\frac{G}{R}\left(a+\frac{H}{T}\sqrt{a^2+(T+H)^2}-\frac{H+T}{T}\sqrt{a^2+H^2}\right), \quad (27)$$

oder in 1. Annäherung für $a > T > H$:

$$-\frac{3\Theta}{4\Theta_m}\frac{G}{R}\frac{HT}{a}. \quad (27^*)$$

Für $a = 2T$ ist das nur etwa 0.09 der normalen Änderung von g mit H.

Nimmt man mit C. S. Peirce an, dass die oberirdische Masse mit unverändertem Volumen um T in die Tiefe verschoben werde, so ist die Verminderung von g nahezu das Doppelte des Ausdrucks (27^*).

Auf Grund seiner Formel wandte C. S. Peirce zur Reduction von g auf das Meeresniveau nicht die normale Änderung an, welche H entspricht, sondern nur 0.9 davon, so dass er also zwischen T und a ein constantes Verhältniss, etwa 1 : 4, voraussetzte.[1] Seine auf's Meeresniveau reducirten Werthe sind kleiner als g_0 und g_0' und dürften nach neueren Erfahrungen im Allgemeinen zu klein sein.

Schon H. Faye lehrte etwa gleichzeitig mit dem Erscheinen von Peirce' oben erwähnter Arbeit, dass es zweckmässig sei, die allgemeine continentale Massenerhebung über's Meeresniveau unberücksichtigt zu lassen und also g einfach in g_0 überzuführen; er empfahl nur für die relative Erhebung einer Beobachtungsstation gegen die allgemeine continentale Erhebung eine Correction an g_0 anzubringen, entsprechend der Verticalanziehung der betreffenden Masse (Bergkuppe u. dergl.); die Correction ist wesentlich dieselbe wie die für die Methode des 5. Abschnitts, streng genommen, erforderliche (S. 855).[2]

[1] On the deduction of the ellipticity of the earth from pendulum experiments (Coast and Geodetic Survey Report for 1881, Appendix 15). Wenn sich Peirce hierbei in Übereinstimmung mit Pratt's Hypothese befindet, so fehlt solche doch bei den Inseln und Küsten, da er das Wasser des Oceans als Massenüberschuss betrachtet und demgemäss dessen Anziehung abzieht.

[2] Comptes Rendus XC, 1880, S. 1444 u. f.

Mit dieser Correction für die relative Erhebung erzielten G. R. Putnam und G. K. Gilbert für die nordamericanischen Stationen sehr übereinstimmende Ergebnisse.[1] Die mittlere Höhe für eine die einzelne Station umgebende Fläche wurde aus einem Umkreis mit 100 englischen Meilen Radius abgeleitet, 30 Meilen waren nicht genügend. Die Correction für relative Erhebung entsprach der Bouguer'schen Formel mit Verbesserung wegen Geländereduction; sie wurde für negative Werthe der relativen Erhebung (d. h. für Einsenkungen) ebenso angebracht wie für positive (Kuppen). Die mittleren Höhen gingen hierbei bis 2724^{m}, die Einzelhöhen bis 4293^{m}.

Weniger günstig sind die Ergebnisse desselben Verfahrens in der Schweiz nach Messerschmitt's Rechnungen. Man überzeugt sich aber leicht, dass dieses, wenigstens in den meisten Fällen, lediglich daran liegt, dass die mittleren Höhen aus einem viel zu kleinen Umkreis berechnet sind.[2]

Jedenfalls konnte es nach diesen Vorgängen nicht mehr allzusehr überraschen, dass Hr. Oberst von Sterneck aus einem über ganz Österreich-Ungarn ausgedehnten Beobachtungsmaterial von nahezu 500 Stationen fand, dass im Mittel bis zu 1500^{m} Höhe die beobachteten g fast vollständig mit dem normalen Theil γ der Schwerebeschleunigung übereinstimmten.[3] Aus 6 Gruppenmitteln mit den mittleren Höhen 128, 287, 494, 629, 899 und 1226 Meter fand sich für Centimeter:

$$g = \gamma_0 + 0.014 - 0.0003023\, H^{m}, \qquad (28)$$

wenn γ_0 den normalen Theil der Schwerebeschleunigung im Meeresniveau nach meiner Formel von 1884 $+0^{cm}.035$ bezeichnet.

Da bei dieser Rechnung die g um die Geländereduction in g' verändert sind, was ich nicht richtig finde, und da offenbar die Mittelzahl 629 der Höhen von 600 bis 800 durch einen Druckfehler entstellt ist (es soll wohl 692 heissen), so habe ich die Rechnung nach meinem »Bericht von 1900« wiederholt, dann aber auch noch auf Grund des gesammten Materials des »Berichts« erweitert, wobei ich durch den Bureaugehülfen Hrn. Obst unterstützt wurde.

---

[1] Coast and Geodetic Survey Report for 1894, Appendix 1: Relative determinations of gravity with half-second pendulums and other pendulum investigations (Putnam). With a Report on a geologic examination of some of the gravity stations (Gilbert). Vergl. auch zur Ergänzung einen Artikel von Putnam und Gilbert in »Philosophical Society of Washington, Bulletin«, Vol. XIII, 1895, S. 31—76.

[2] Das Schweizerische Dreiecksnetz, 7. Band. Relative Schwerebestimmungen I, Zürich 1897, S. 206—209.

[3] Mittheilungen des k. u. k. militär-geographischen Institutes, XVII. Bd., 1898, S. 108.

9.

Empirische Bestimmung der Änderung von g mit H längs der physischen Erdoberfläche.

Im Folgenden sind die $g_0 - \gamma_0$ in Tausendstel-Centimetern angegeben. Die g_0 sind aus den g nach Formel (15) entstanden, es ist also $g_0 = g + 0.0003086\,H^m$. τ bezeichnet die Geländereduction in Tausendstel-Centimetern; sie ist mit beigefügt, da sie die Geländeform kennzeichnet.

Gruppe	Anzahl	H	τ	$g_0 - \gamma_0$	v_1	v_2
1	148	132^{m}5	+ 0.9	+20.5	−4.6	−3.1
2	154	286.6	+ 2.0	+14.7	+0.3	+1.0
3	109	494.6	+ 3.8	+ 8.3	+5.4	+5.1
4	39	695.8	+ 7.7	+13.6	−1.1	−2.5
5	22	894.7	+12.8	+ 7.2	+4.1	+1.7
6	22	1225.7	+15.8	+13.4	−4.1	−8.2.

Die Mittelwerthe sind aus 3 Stationen meiner Tabelle I (zwei in Wien und eine in Budapest) und aus 489 Stationen meiner Tabellen IIa und IIb des »Berichts« gebildet, wobei zwei Stationen mit je 2 etwas verschiedenen Plätzen doppelt zählen. Bringt man $g_0 - \gamma_0$ mit $0.0003086\,H$ auf $g - \gamma_0$ zurück, so ist nur bei Gruppe 4, deren Höhenzahl entstellt war, mit der älteren Rechnung von Sterneck's ein bemerkenswerther Unterschied von 6 Einheiten.

Die Verbesserungen v_1 der Tabelle beziehen sich auf eine Ausgleichung mit gleichen Gewichten, die v_2 auf eine solche mit der Anzahl der Einzelwerthe als Gewichten. Die richtigen Gewichte würden wegen des Auftretens starker systematischer Einflüsse zwischen beiden Annahmen liegen. Die Ergebnisse sind für Tausendstel-Centimeter mit Beifügung der mittleren Fehler:

$$g_0 - \gamma_0 = \underset{\pm\ 3.7}{+\,16.7} - \underset{\pm\ 513}{0.00607}\,H^m \text{ bei gleichen Gewichten,}$$

$$g_0 - \gamma_0 = \underset{\pm\ 3.1}{+\,18.9} - \underset{\pm\ 642}{0.01112}\,H^m \text{ bei ungleichen Gewichten.}$$

Die beiden Ergebnisse weichen nicht wesentlich von einander ab, jedoch ziehe ich wegen der systematischen Einflüsse das erste Ergebniss dem zweiten vor. Es folgt damit für Centimeter:

$$g = \gamma_0 + 0.017 - 0.0003141\,H^m. \qquad (29)$$

Dies stimmt recht gut mit dem Ausdruck (28), den Hr. von Sterneck erhielt, überein, wenn man berücksichtigt, dass die Hinzufügung von τ zu g_0 den Coefficienten 0.0003141 von H auf etwa 0.0003015 herabmindert, wie leicht zu ersehen ist.

Von den systematischen Einflüssen erhält man eine Vorstellung, wenn man für die drei ersten Gruppen vorstehender Tabelle eine Trennung nach Maassgabe der westlichen und östlichen Hälfte der österreichisch-ungarischen Monarchie eintreten lässt (Tab. IIa und IIb des »Berichts«). Die anderen drei Gruppen hängen wesentlich nur von Tab. IIa ab. Es ergeben sich dann nachstehende Werthe von $g_0 - \gamma_0$:

Gruppe	Tabelle	Anzahl	H	τ	$g_0 - \gamma_0$
1	IIa	36	$143^m.9$	+3.3	+ 7.4
	b	112	128.8	+0.1	+24.7
2	a	105	288.0	+2.6	+11.4
	b	49	283.7	+0.7	+21.9
3	a	94	493.8	+4.1	+ 6.3
	b	15	499.5	+2.1	+20.7.

Würde man nur die Werthe aus IIa anwenden, so würde der Coefficient von H sich dem normalen sehr nähern.

Mein mehrfach erwähnter »Bericht« gestattete mir, das von von Sterneck benutzte Material wesentlich zu erweitern. Es konnte nun auch eine 7. Gruppe für $H > 1500^m$ gebildet werden, die aber wegen starker Abweichung bei der Ableitung der Interpolationsformel ausgeschlossen werden musste. Ausgeschlossen sind auch alle Werthe von kleineren Inseln und von eigentlichen Continentalküsten bis zu 100^{km} Abstand von der 100-Faden-Tiefenlinie bez. 200-Meter-Tiefenlinie an den Küsten.

Es folge zunächst ein Übersichtstäfelchen der Vertheilung der Stationen:

Gruppe:	1	2	3	4	5	6	7
Österreich-Ungarn	164	160	114	39	22	22	5
Schweiz	.	10	26	9	10	14	11
Deutschland	75	41	22	14	5	3	1
Frankreich	5	3	1	2	1	3	7
Spanien	.	.	1	.	.	.	.
Italien	22	2	2	1	.	.	2
Belgien	1	.	.	.	.	.	.
Niederlande	1	.	.	.	.	.	.
England	7	1	.	.	.	.	.
Dänemark	44	.	.	.	.	.	.
Norwegen	12	1	.	2	.	.	.
Schweden	5	.	.	.	.	.	.
Russland	41	3	.	2	1	.	6
Rumänien	2	.	.	.	.	.	.
Algier	1	.	2	3	3	1	.
Asien (ausser russ. Besitzungen)	4	8	6	.	2	.	3
Nordamerica	29	6	1	2	.	5	9
Summe	413	235	175	74	44	48	44.

Im Folgenden ist unter γ_0 wieder der Werth nach der Formel von 1884 $+0^{cm}.035$ zu verstehen. Die sechs ersten Gruppen ergaben:

Gruppe	Anzahl	H	τ	$g_0-\gamma_0$	v_1	v_2
1	413	$91^m.5$	+ 0.6	+13.9	+ 4.0	+ 2.1
2	235	289.6	+ 1.9	+13.6	+ 1.3	+ 0.5
3	175	490.1	+ 3.7	+ 3.6	−11.2	−10.7
4	74	690.3	+ 5.6	+22.2	+ 4.9	+ 6.6
5	44	886.7	+ 7.7	+19.5	− 0.3	+ 2.7
6	48	1201.6	+13.3	+25.1	+ 1.4	+ 6.3.

Die Ausgleichung führte zu den nachstehenden Formeln für Tausendstel-Centimeter:

$$g_0-\gamma_0 = +\underset{\pm 5.1}{8.7} + \underset{\pm 720}{0.01247}\,H^m \text{ bei gleichen Gewichten,}$$

$$g_0-\gamma_0 = +\underset{\pm 4.0}{11.3} + \underset{\pm 884}{0.00623}\,H^m \text{ bei ungleichen Gewichten.}$$

Das erste vorzuziehende Ergebniss liefert die Formel für cm:

$$g = \gamma_0 + 0.009 - 0.0002961\,H^m. \qquad (30)$$

Die 7. Gruppe mit Höhen über 1500^m bis 4807^m giebt im Mittel bei $H = 2342^m$ und $\tau = 0^{cm}.023$ aus 44 Werthen, die bis auf drei sämmtlich positiv sind:

$$g_0-\gamma_0 = +0^{cm}.097; \qquad (31)$$

die mittlere Abweichung der Einzelwerthe (im Sinne eines m. F.) beträgt $\pm 0^{cm}.078$. (Bei der 6. Gruppe ist der entsprechende Werth nahezu derselbe, nämlich $\pm 0^{cm}.067$; hier ist $g_0-\gamma_0$ aber nahezu gleich oft negativ und positiv: 21- bez. 27-mal.)

Formel (30) würde anstatt $+0^{cm}.097$ nur $+0^{cm}.038$, also $v_1 = -0^{cm}.059$ ergeben. Bei der 7. Gruppe handelt es sich aber hauptsächlich um Bergkuppen, für welche die Geländereduction τ sogar im Mittel den beträchtlichen Werth $0^{cm}.023$ hat.

Es möge gleich hier noch einer anderen starken Abweichung der Änderung von g mit H gedacht werden, nämlich derjenigen in kleinen Gebieten von Gebirgsländern. So habe ich früher gefunden, dass 44 Werthe von g in den Tyroler Alpen auf der Schleife Innsbruck–Brixen Bozen–Landeck–Innsbruck mit einer Abzweigung nach dem Stilfser Joch die Formel ergaben:[1]

$$g = \gamma_0 - 0.193 - 0.000218\,H^m, \qquad (32)$$

wobei γ_0 wieder nach der Formel 1884 $+0^{cm}.035$ angenommen wurde.

[1] Die Schwerkraft im Hochgebirge, S. 35.

Hier entspricht der Coefficient von H sehr nahe demjenigen von Bouguer's Formel, der für $\Theta = 2.4$ ergiebt: 0.00021.

Die Formeln (29) bis (32) entsprechen gut der Pratt'schen Gleichgewichtshypothese. Bei (29) und (30) handelt es sich um die allgemeine plattenförmige Erhebung der Festländer; nach (27) müsste hier der Coefficient von H etwas geringer als der normale sein. Wenn er bei (29) sogar grösser ist, so liegt dies wohl an einem Überwiegen der Anzahl der Stationen in tief eingeschnittenen Thälern und an Hängen über die Anzahl der Gipfelstationen. Erstere geben eine Verminderung von g und eine Vergrösserung des Coefficienten von H, letztere eine Vergrösserung von g und eine Verkleinerung des Coefficienten.

Die Constante $+0.009$ in (30) sollte eigentlich genau Null sein, wenigstens dann, wenn für γ_0 ein Ausdruck angewandt wäre, der dem der Formel (30) zu Grunde liegenden Beobachtungsmaterial genau entspräche. Das ist jedoch nicht der Fall. Zum Theil wirkt auch der Umstand, dass in (30) Österreich-Ungarn, überhaupt Central-Europa, einen vorwiegenden Einfluss hat, und dass hier g_0 im Allgemeinen etwas über dem normalen Werthe liegt.

Was nun Formel (32) anlangt, so erklärt sich hier die geringere Grösse des Coefficienten von H durch die mässig grosse Ausdehnung des betreffenden Gebietes, die noch weit unterhalb 100^{km} bleibt. Da nun die Vertheilung der Defecte, welche die oberirdischen Massen compensiren, sich bis zu Tiefen von dieser Grössenordnung erstrecken dürfte, so wird die Beeinflussung der Schwerkraftswerthe g durch die Defecte sich auf der Erdoberfläche nur langsam ändern. Bei geringen Entfernungen (etwa $< 100^{km}$) wird daher die Änderung von g ausser durch die normale Änderung mit H hauptsächlich durch die wechselnde Stärke der Schichten über dem Meeresniveau bedingt werden, so dass der Coefficient von H annähernd Bouguer's Formel entsprechen muss. (Eine Berücksichtigung der Geländereduction τ ändert im Falle der Formel (32) den Coefficienten von H ganz unerheblich.) Selbstverständlich kommt in der Constanten -0.193 von (32) der mittlere Einfluss der unterirdischen Massendefecte für die betreffende Gegend voll zur Geltung.

Die vorstehenden Untersuchungen geben einen Nachweis für die Zulässigkeit der Annahme, dass die continentalen Erhebungen über das Meeresniveau nach Pratt's Hypothese unterirdisch durch Defecte der Dichtigkeit nahezu ausgeglichen sind, oder anders ausgedrückt: dass sie im Wesentlichen durch Massenverschiebungen aus einer ursprünglich homogenen bez. homogen geschichteten Erdkruste entstanden sind.

Die Reduction von g auf g_0 mit dem normalen Coefficienten von H, event. mit Anbringung localer Correctionen nach Faye, auf welche die Methode des 5. Abschnitts führte, kann somit auch aus der Gleichgewichtstheorie abgeleitet werden. Die Genauigkeit ist jedoch geringer als dort, namentlich sind die Verschiebungen der Meeresfläche zum Theil so gross, dass sie berücksichtigt werden müssten. Dazu fehlt aber die Kenntniss der Vertheilung der unterirdischen Defecte.

Für ein genaues rechnerisches Vorgehen muss daher eine Annahme über diese Vertheilung gemacht werden; auf Grund dieser Annahme ist dann die Verschiebung des Meeresniveaus sowie die Reduction von g abzuleiten. In aller Strenge durchgeführt, würde dies recht umständliche Rechnungen erfordern. Man wird sich also mit einer Annäherung begnügen; nur muss man sich davor hüten, g blos nach dem Princip zu reduciren, thunlichst alle Anomalien zu beseitigen, weil dies zu systematisch entstellten Werthen führen könnte.

Vor der Methode des 5. Abschnitts besteht aber in der jetzigen Auffassung der Bedeutung der Reduction von g auf g_0 der Vortheil, dass man nach der Gleichgewichtstheorie auch die Schwerkraftswerthe der Küsten und Inseln vom grössten Theil ihrer Anomalien befreien kann.

10.

Condensationsmethode. Berechnung der Erdgestalt.

Meine »Condensationsmethode« von 1884 kann als Annäherung für die Reduction nach der Gleichgewichtstheorie aufgefasst werden. Indem nämlich hier alle äusseren Massen bis zur Tiefe von 21^{km} verschoben gedacht werden, auch diejenigen zwischen der Meeresfläche und der Parallelfläche in 21^{km} Tiefe (die zwar nicht genau bekannt sind, woraus aber nur ein kleiner Fehler entstehen kann), so wird eine bestimmte mathematische Vorstellung eingeführt, die annähernd der Gleichgewichtstheorie entspricht. Für Flachländer in genügendem Abstand von der Küste geben hier die g_0 eine sehr gute Annäherung (wenn auch nicht mit Rücksicht auf jede locale Anomalie des Geländes), weil die Verschiebungstiefe gering ist. Die Veränderung der Meeresfläche ist im Allgemeinen unbedeutend. Würde man mit Schiøtz die Erdkruste so umgeformt denken, dass bis 100^{km} Tiefe gleiche Dichtigkeit herrschte, so würde allerdings im Grossen und Ganzen wahrscheinlich eine grössere Annäherung an die Gleichgewichtstheorie erzielt werden.[1]

---

[1] The Norwegian North Polar Expedition 1893—1896. Scientific results edited by Fridtjof Nansen VIII. Results of the pendulum observations and some remarks on the constitution of the earth's crust by O. E. Schiøtz, S. 64—86 (vergl. auch »Physikalische Zeitschrift« 1901, S. 565).

Nur erscheint mir im Allgemeinen für die oberirdischen Massen die entsprechende Verschiebungstiefe von im Mittel 50^{km} zu gross. Bei der noch bestehenden Ungewissheit über die wirklichen Verhältnisse der Massenvertheilung in der Tiefe will ich jedoch auf die Frage, wie am besten vorzugehen sein würde, nicht eingehen.

Meine Condensationsmethode hat jedenfalls seiner Zeit ihren praktischen Zweck erfüllt, rechnerisch auf Grund eines nur wenig umfänglichen Materials zu einem Ausdruck für den normalen Theil der Schwerkraft zu führen (Formel von 1884), einem Ausdruck, der später (1901) mit reicherem Material als nahezu richtig bestätigt wurde. Den Ausgang bildete allerdings nicht die Absicht, die Massen der Erdkruste in eine der Gleichgewichtstheorie mehr angepasste Lage zu bringen, sondern eine Convergenzbetrachtung für die Reihenentwickelung von W nach negativen Potenzen von r: durch die Verschiebung nach innen kommen alle Massen innerhalb einer Kugelfläche zu liegen, die den Erdschwerpunkt als Mittelpunkt hat und deren Radius kleiner ist als der kleinste Radiusvector der Meeresfläche. In Folge dessen ist nun erst eine convergente Entwickelung für W ausserhalb möglich.

Indem auf eine Parallelfläche zur Meeresfläche und nicht etwa nur auf eine ihr eingeschriebene Kugelfläche verschoben wurde, gestalteten sich die Reductionen sehr einfach: für die Stationen des Festlandes wurde g einfach in g_0 übergeführt (während z. B. Clarke, Geodesy, g_0'' benutzt); die Küsten und Inseln erhielten ausserdem angenähert richtige locale Condensationsreductionen bezüglich der Massen unterhalb des Meeresniveaus. Die Inselwerthe zeigten freilich dann immer noch eine systematische Beeinflussung und wurden daher ausgeschlossen; dagegen zeigten die Küsten- und Festlandswerthe zonenweise eine gute Übereinstimmung und konnten vereinigt werden, was von Bedeutung war, weil sie einzeln zu wenig zahlreich waren, um eine Formelableitung zu gestatten.

Bei der Untersuchung von 1901 war das Material bereits so angewachsen, dass eine Auswahl der Stationen zulässig wurde und Festland und Küsten getrennt behandelt werden konnten. Hochgelegene Stationen, für die die Reduction auf g_0 ungenügend erschien, blieben ausser Betracht. Für eine genauere Untersuchung ist in Aussicht genommen, bei den Küstenstationen eine angenäherte Condensationsreduction anzubringen, um die verschiedene Lage der Stationen zur Böschungskante zu berücksichtigen. Vielleicht wird es angemessen sein, dabei die Tiefe von 21^{km} etwas zu vergrössern, jedoch nur bis rund 30^{km}.

Die Wirksamkeit meiner Condensationsmethode, wie sie 1884 hervortrat, beruht zweifellos auf dem günstigen Umstand, dass die

Verschiebung der äusseren Massen auf die Parallelfläche nicht nur der Convergenz der Reihenentwickelung dient, sondern auch der Befreiung der reducirten g von Anomalien, eben in Folge des Bestehens einer Art hydrostatischen Gleichgewichts der Erdkruste. Bestünde diese »Isostasie« der Erdkruste nicht, würden demgemäss erhebliche continentale Anomalien in g auftreten, so dass man für den normalen Theil von g mit der bekannten einfachen Formel nicht auskommen würde, so würde zur Begründung des Condensationsverfahrens immer noch als Zweck die Erzielung der Convergenz bestehen bleiben. Die Verschiebung der Massen in die Tiefe würde ausserdem auch dann noch sicher g von einem grösseren Theil localer und systematischer Anomalien befreien und die grossen continentalen Anomalien reiner hervortreten lassen.

Wenn Hr. Callandreau gezeigt hat, dass die Potentialentwickelung von W ausserhalb bis zur Oberfläche brauchbar ist, so lange sie convergirt[1], so kann dieser Satz doch nur allenfalls auf den normalen Theil des Potentials Anwendung finden, er befreit aber nicht von der Nothwendigkeit, die beobachteten g von systematischen Störungen zu reinigen, wie sie unter Anderem an den Küsten stattfinden — ausserdem müssen doch die Massen ausserhalb der Meeresfläche jedenfalls so verschoben werden, dass entweder die Meeresfläche frei liegt, oder dass die im 5. Abschnitt vorausgesetzte ideale Lagerung der Massen entsteht; andernfalls würde eine Reihenentwickelung des äusseren Potentials, die bis zur Meeresfläche brauchbar ist, von vorn herein ausgeschlossen sein.

Für die Ableitung der Formel von Stokes für die Berechnung der Erhebungen des Geoids über dem Normalsphäroid[2] habe ich die g mit Condensationsreductionen versehen angenommen (»Theorien« II, S. 257). Dem ist Hr. H. Poincaré neuerdings gefolgt.[3] Hr. P. Pizzetti hat allerdings eine Ableitung gegeben, die mit Benutzung von Green's Satz Convergenzbedenken zu vermeiden sucht[4], so dass ohne Condensationsreductionen auf die Parallelfläche in der Tiefe auszukommen ist und mit g_0' oder g_0 gerechnet werden kann. Selbstverständlich darf bei dieser Ableitung der Stokes'schen Formel auch mit diesen Reductionen gerechnet werden, wobei nur dann die Verschiebung der Meeresfläche zu berücksichtigen ist, um nach beiden Rechnungsarten

[1] Sur le développement en série du potentiel des sphéroides de révolution (Journal de l'École Polytechnique, 1889); vergl. auch Tisserand, Traité de méc. cél., II, S. 318.

[2] On the variation of gravity etc. 1849.

[3] Les mesures de gravité et la géodésie (Bull. astr. 1901, S. 5—39).

[4] Intorno alla determinazione teorica della gravità alla superficie terrestre (Accademia reale delle scienze di Torino, 1895/96).

vergleichbare Ergebnisse zu erhalten. Mit Rücksicht auf die Unvollständigkeit des Beobachtungsmaterials wird wohl die Methode vorzuziehen sein, welche die Reductionen benutzt, wobei selbstverständlich bei deren Auswerthung zu beachten ist, welchen Einfluss sie in jedem Einzelfalle in der Formel von Stokes erlangen.

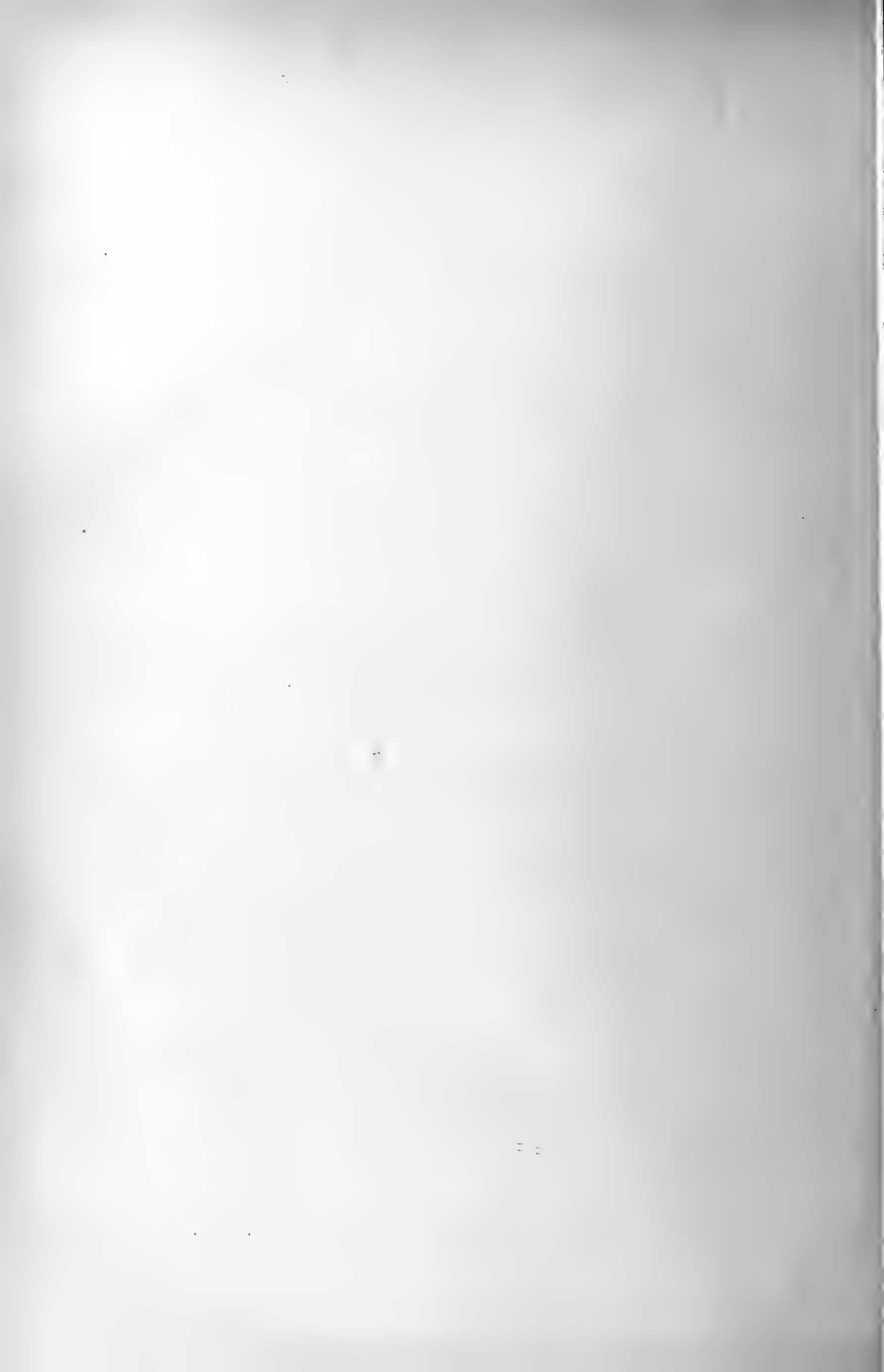
Obwohl die Formel von Stokes für absehbare Zeit eine ausreichende Genauigkeit gewährt, ist es doch von Bedeutung, dass Poincaré gezeigt hat, wie man mit Anwendung Lamé'scher Functionen anstatt der Kugelfunctionen eine grössere Genauigkeit erzielen kann.[1] Hierbei wird ein Referenzellipsoid (etwa ein Normalsphäroid) zu Grunde gelegt und g so reducirt, wie es der Condensation der äusseren Massen auf dieses entspricht. Man kann hierzu bemerken, dass es bequemer sein wird, wieder eine Parallelfläche zum Meeresniveau einzuführen, die bei 200^m Tiefe voraussichtlich innerhalb des Referenzellipsoids liegen wird, so dass die Voraussetzung für die Convergenz der Reihen erfüllt sein dürfte. Diese Tiefe ist aber so gering, dass man jedenfalls in erster Annäherung sich mit der Massencondensation auf's Meeresniveau begnügen können wird, d. h. man kann mit g'_0 rechnen. Die Verschiebung um 200^m weiter wird weder die mit der Condensation verbundene Deformation des Meeresniveaus erheblich vergrössern, noch das reducirte g wesentlich ändern.

Es kommt somit bei dieser Berechnungsweise der Unregelmässigkeiten N des Geoids nach Poincaré wieder die in Abschnitt 2, S. 849 der 1. Mitthlg., besprochene Reduction von g auf g'_0 zur Verwendung.

[1] Bull. astr. 1901, S. 33—39.

Ausgegeben am 25. Juni.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.



SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

XXXII. XXXIII.

25. Juni 1903.

MIT TAFEL II.

BERLIN 1903.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«.

§ 1.

[illegible] regelmässig Donnerstags acht Tage nach [illegible]

[illegible]

§ [illegible]

[illegible] Verfasser [illegible]

[illegible]

§ [illegible]

[illegible]

§ [illegible]

[illegible]

... den R[illegible] zusteht, so bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammt-Akademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

[illegible] Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 11.

1. Der Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich [illegible] Sonderabdrucke mit einem Umschlag, auf welchem der Kopf der Sitzungsberichte mit Jahreszahl, Stücknummer, Tag und Kategorie der Sitzung, darunter der Titel der Mittheilung und der Name des Verfassers stehen.

2. Bei Mittheilungen, die mit dem Kopf der Sitzungsberichte und einem angemessenen Titel nicht über zwei Seiten füllen, fällt in der Regel der Umschlag fort.

[illegible] Dem Verfasser, welcher Mitglied der Akademie ist, steht es frei, auf Kosten der Akademie weitere gleiche Sonderabdrucke bis zur Zahl von noch hundert, und auf seine Kosten noch weitere bis zur Zahl von zweihundert (im ganzen also 350) zu unentgeltlicher Vertheilung abziehen zu lassen, sofern er dies rechtzeitig dem redigirenden Secretar angezeigt hat; wünscht er auf seine Kosten noch mehr Abdrucke zur Vertheilung zu erhalten, so bedarf es der Genehmigung der Gesammt-Akademie oder der betreffenden Classe. — Nichtmitglieder erhalten [illegible] Freiexemplare und dürfen nach rechtzeitiger Anzeige bei dem redigirenden Secretar weitere 200 Exemplare auf ihre Kosten abziehen lassen.

§ 28.

1. Jede zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Wenn schriftliche Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder direct bei der Akademie oder bei einer der Classen eingehen, so hat sie der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

[Aus § 41, 2. — Für die Aufnahme bedarf es einer ausdrücklichen Genehmigung der Akademie oder einer der Classen. Ein darauf gerichteter Antrag kann, sobald das Manuscript druckfertig vorliegt, gestellt und sogleich zur Abstimmung gebracht werden.]

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte, jedoch nicht für die darin aufgenommenen kurzen Inhaltsangaben der gelesenen Abhandlungen verantwortlich. Für diese wie für alle übrigen Theile der Sitzungsberichte sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.

[illegible] Stelle [illegible] einen sie im Schriftverkehr steht.

[illegible]

[illegible] ersten Hefte [illegible] Monat [illegible]

[illegible] ersten Hefte [illegible] Monats August.

[illegible] Anfang [illegible] nächsten Jahres nach Fertigstellung des Registers.

1903.
XXXII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

25. Juni. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

1. Hr. von Richthofen las über **Gebirgskettungen in Ostasien, mit besonderer Beziehung auf Japan.** (Ersch. später.)

Die Aneinanderfügung oder »Kettung« selbständiger Gebirge vollzieht sich bei den ostasiatischen Bogen in der Regel in Flankenstellung, wobei das zonale Parallelgefüge des einen von zwei auf einander treffenden Bogen über die Berührungsstelle hinaus als Gebirge fortsetzt, während die Structurlinien des andern den ersten Bogen durchsetzen. Letzteres gilt auch für vulcanische Züge. Es werden dann noch andere Formen der Kettung beschrieben. Das japanische Inselland entsteht durch verschiedenartige Kettung verschiedenartiger orologischer Elemente, unter denen Tsinling-schan, südchinesisches Gebirgssystem, meridionale Randzüge und ein epigenetischer Vulcanbogen zu unterscheiden sind.

2. Hr. von Bezold überreichte eine von ihm und Prof. Adolf Schmidt in Potsdam ausgearbeitete Abhandlung zur Begründung eines **Vorschlages zur magnetischen Vermessung eines ganzen Parallelkreises behufs Prüfung der Grundlagen der Gauss'schen Theorie des Erdmagnetismus.**

Die Gauss'sche Theorie des Erdmagnetismus ruht auf der Voraussetzung, dass das magnetische Feld der Erde ein Potential besitze. Diese Voraussetzung lässt sich prüfen durch die magnetische Vermessung einer ganz in der Erdoberfläche verlaufenden geschlossenen Curve. Die Verfasser schlagen für eine solche den 50. Parallelkreis vor.

3. Die folgenden Druckschriften wurden vorgelegt: von Hrn. Hertwig seine Lehre von den Keimblättern der Wirbelthiere. Jena 1903 (Abdruck aus dem von Hrn. Hertwig herausgegebenen Handbuch der vergleichenden und experimentellen Entwickelungsgeschichte der Wirbelthiere, Band I); von Hrn. Möbius eine Beschreibung von Schmetterlingsfunden der Nyassasee-Expedition der Wentzel-Stiftung: F. Thurau, Neue Rhopaloceren aus Ostafrica (S. A. Berl. Entom. Zeitschr. 1903).

Vorschlag zu einer magnetischen Vermessung eines ganzen Parallelkreises zur Prüfung der Grundlagen der GAUSS'schen Theorie des Erdmagnetismus.

Von WILHELM VON BEZOLD und ADOLF SCHMIDT.

Hierzu Taf. II.

Die von GAUSS entwickelte Theorie des Erdmagnetismus, die für alle Forschungen auf diesem Gebiet die Grundlage bildet und für alle Zeiten bilden wird, beruht auf der Voraussetzung, daß das erdmagnetische Feld ein Potential besitze.

Die unter dieser Voraussetzung gezogenen Folgerungen haben sich in weitgehendem Maße als richtig erwiesen.

Sie gestatten, aus den Beobachtungen, die doch nur einen mäßigen Teil der Erdoberfläche umfassen, den Verlauf der magnetischen Kräfte nach Größe und Richtung für die ganze Erdoberfläche und den sie zunächst umschließenden Raum mit einer ziemlich weit gehenden Genauigkeit zu berechnen. Diese Methode der Berechnung besitzt auch eine hohe praktische Bedeutung, da die für die Seeschiffahrt unerläßlich notwendigen Karten wegen der stetigen Änderung in der Verteilung der erdmagnetischen Kräfte immer wieder neu aufgelegt werden müssen, und da man sich dabei stets auf die von verhältnismäßig wenigen ständigen Observatorien gewonnenen Beobachtungen stützen muß.

Wenn aber auch, wie oben bemerkt, die Übereinstimmung zwischen Theorie und Erfahrung eine ziemlich weit gehende ist, so kann sie doch keineswegs als vollkommen bezeichnet werden.

Es ist demnach noch eine offene Frage, ob nicht neben dem erdmagnetischen Feld, das ein Potential besitzt, noch ein zweites, wenn auch viel schwächeres, vorhanden ist, das diese Bedingung nicht erfüllt.

Das erstere Feld kann man sich hervorgebracht denken durch geschlossene galvanische Ströme, die zum weitaus größten Teile ganz in oder unterhalb der Erdoberfläche verlaufen, zum kleineren Teile ganz außerhalb derselben bez. in der Atmosphäre. Kommen neben diesen Strömen noch solche vor, welche die Erdoberfläche durchsetzen,

so besitzen die von ihnen herrührenden magnetischen Kräfte kein Potential, und dann ist die Grundvoraussetzung der Gauss'schen Theorie nicht mehr streng richtig.

Diese Frage ließe sich mit Sicherheit entscheiden, wenn genügendes Beobachtungsmaterial vorläge.

Der Weg, den man hierbei einzuschlagen hätte, wurde auch schon von Gauss vorgezeichnet[1] und auch an einem kleinen Beispiel erläutert: er konnte aber erst in neuerer Zeit einwurfsfreier betreten werden, was auch in den letzten acht Jahren von verschiedenen Seiten ziemlich gleichzeitig versucht wurde.

Diese Methode der Prüfung besteht darin, daß man für eine ganz auf der Erdoberfläche verlaufende, in sich geschlossene Linie das Integral $\int Sds$ bildet, wobei S die in die Richtung des Linienelements ds fallende Kraftkomponente ist. Dieses Integral muß gleich 0 sein, wenn das magnetische Feld ein Potential besitzt; weicht es von 0 ab, so liefert der Wert durch Multiplikation mit einer Konstanten die algebraische Summe der Stärke der Ströme, welche das umschlossene Flächenstück durchsetzen. Dividiert man die Größe $\int Sds$ durch $\int ds$, so erhält man den Mittelwert der in die Linie fallenden Kraftkomponente. Man kann demnach auch sagen: der Mittelwert der längs einer geschlossenen, ganz in der Erdoberfläche liegenden Kurve wirkenden Kräfte muß Null sein, wenn die Gauss'sche Theorie als streng richtig gelten soll.

Indem man diese Rechnung für verschiedene genau vermessene Gebiete durchgeführt hat[2], erhielt man tatsächlich Werte, welche nicht mehr von Null abweichen, als man nach den unvermeidlichen Beobachtungsfehlern erwarten mußte.

Dagegen stehen die Resultate der die ganze Erde umfassenden Berechnungen damit in Widerspruch, indem sie vielfach recht merkliche Beträge für solche Integrale ergeben. Am einfachsten ersichtlich und deshalb am meisten beachtet ist dies bei den Integralen längs der Parallelkreise, deren Wert ohne weiteres durch den mittleren Betrag der westöstlichen Feldkomponente bestimmt wird. Dieser Wert weicht stark und in systematischer Weise von Null ab[1], indem er auf breiten Zonen abwechselnd positiv und negativ wird. Die Abweichungen sind so bedeutend, daß es schwer möglich erscheint, sie ausschließlich durch die Fehlerhaftigkeit der zugrunde liegenden Beobachtungen zu

[1] Resultate a. d. Beob. d. magn. Vereins i. J. 1838, S. 12.

[2] von Bezold, diese Berichte 1897, S. 419. — Rücker, Terrestrial Magnetism. Vol. I, p. 77; 1896. — Liznar, Met. Ztschft. 1898, S. 75 ff.

[3] A. Schmidt, Abhandlungen d. Königlich Bayerischen Akad. d. Wiss. II. Kl., XIX. Bd., I. Abt. — L. A. Bauer, Terrestrial Magnetism. Vol. II, p. 11—22.

erklären. Wie groß sie auch nach dem heutigen Zustande unserer Kenntnis noch ausfallen, zeigt die nachstehende Übersicht[1], die auf dem von G. von Neumayer für 1885 gesammelten Material beruht. Es bedeutet darin (im Anschluß an die von Gauss benutzte Bezeichnung) l_0 die Mittelwerte der Ostkomponente Y der erdmagnetischen Horizontalintensität in der von M. Eschenhagen mit γ bezeichneten Einheit von 000001 $cm^{-\frac{1}{2}} g^{\frac{1}{2}} s^{-1}$ für verschiedene Parallelkreise.

ϕ: *N.*	60°	50°	40°	30°	20°	10°	0°	10°	20°	30°	40° *S.*
l_0	+40	+110	+150	+100	0	−110	−130	−80	−80	−210	−280

Zur rechten Würdigung dieser Zahlen muß hinzugefügt werden, daß jede davon das Mittel von nicht weniger als 72 Werten darstellt, deren durchschnittlicher Betrag auf den meisten Parallelkreisen nur etwa 5000, im Maximum 7000 derselben Einheiten ausmacht. Beruhten jene Abweichungen, die hiernach bis auf 3, ja 4 Prozent dieses Durchschnitts ansteigen, nur auf Fehlern der beobachteten Größen, so müßten diese Einzelfehler, sofern man ihre gegenseitige Unabhängigkeit voraussetzen darf, nach den Grundsätzen der Fehlertheorie auf manchen Parallelkreisen im Mittel mindestens 25 Prozent betragen.

Es ist kaum denkbar, daß so bedeutende Beträge wirklich auf Mängel in dem Beobachtungsmaterial zurückzuführen seien. Dagegen ist die Möglichkeit großer systematischer Fehler nicht zu bestreiten. Besonders zwei Umstände können dazu Veranlassung geben: einmal die außerordentlich ungleichmäßige Verteilung der vorliegenden Messungen in räumlicher Beziehung, dann die wegen der Unsicherheit der Säkularvariation sehr schädliche Verschiedenheit der Jahre, aus denen die Beobachtungen stammen. Beides muß dahin führen, daß vielfach unsere Kenntnis für ausgedehnte Gebiete auf vereinzelten Messungen beruht, und daß daher die zufälligen Ungenauigkeiten dieser wenigen Messungen die Darstellung auf einem großen Teile der Erdoberfläche fälschen.

Bei dieser Sachlage ist es zu einer Beantwortung der genannten grundsätzlichen Frage unerläßlich, in planmäßiger Weise geeignetes neues Beobachtungsmaterial herbeizuschaffen. Nach dem Gesagten gehören dazu Messungen, die nicht nur an sich möglichst genau, sondern auch zweckmäßig verteilt und nahezu gleichzeitig ausgeführt sind. Um bei einem so großen Unternehmen innerhalb der Grenzen des Erreichbaren zu bleiben, wird man sich im wesentlichen auf solche Beobachtungen beschränken müssen, die zur Herbeiführung einer sicheren Entscheidung unbedingt nötig sind, d. h. auf Deklination und Horizontalintensität. Das schließt nicht aus, daß es sich empfehlen dürfte,

[1] A. Schmidt a. a. O. S. 52.

einige an sich wertvolle Arbeiten, die bei Gelegenheit dieser Beobachtungen ohne Mehraufwand an Zeit und Kosten erledigt werden könnten, mit in das Programm aufzunehmen. So wird man z. B., wenn irgend möglich, auch die Bestimmung der Inklination bez. Vertikalintensität nicht unterlassen, obgleich für die vorliegende spezielle Frage nur die horizontale Kraft nach Richtung und Größe in Betracht kommt.

Von diesen Gesichtspunkten aus ergibt sich leicht der allgemeine Plan des empfohlenen Unternehmens: es sind möglichst scharfe Bestimmungen der Deklination und der Horizontalintensität an hinreichend zahlreichen, annähernd gleichmäßig verteilten Punkten einer Linie vorzunehmen, die einen recht großen Flächenraum umschließt. Das so gewonnene, einheitliche und zuverlässige Material ist darauf zur Berechnung des Integrals $\int Sds$ längs jener Linie zu benutzen.

Bei der Wahl des Integrationsweges ist nun sowohl darauf zu achten, daß eine im einzelnen recht genaue Ermittelung der magnetischen Elemente möglich ist, als auch darauf, daß der gewählte Linienzug von vorn herein ein entscheidendes Resultat erwarten läßt. In beiden Beziehungen erscheint eine Linie, die etwa längs des Parallelkreises von 50° n. Br. verläuft, besonders gut geeignet, und es ist ein günstiger Umstand, daß gerade diese Linie auch in praktischer Hinsicht wohl die zweckmäßigste ist. Verläuft sie doch zum weitaus überwiegenden Teile über Festland und durch bequem zugängliche Gebiete.

Was zunächst die genaue Ermittelung der magnetischen Elemente betrifft, so ist diese natürlich zu Lande in höherem Grade möglich, als auf dem Meere. Läßt sich also aus anderen Gründen kein ganz auf dem Kontinent verlaufender Integrationsweg wählen, so ist die genannte Linie, die in mittleren Breiten verhältnismäßig am meisten über Land zieht, zur Ableitung eines möglichst sicheren Wertes besonders geeignet. Weiter nördlich, zwischen 60° und 70° n. Br., ist allerdings das Verhältnis zwischen den kontinentalen und den ozeanischen Abschnitten des Parallels noch günstiger, indem nicht viel mehr als $\frac{1}{4}$ des ganzen Kreises auf dem Meere verläuft. Aber einerseits werden die Messungen wegen der Störungen in höheren Breiten immer unsicherer und andererseits sind die äußeren Bedingungen auf einem so hoch im Norden gelegenen, vielfach schon durch unwirtliche Gegenden ziehenden Kreise weniger befriedigend. Dazu kommt noch, daß das gesuchte Ergebnis um so sicherer erhalten wird, je größer der umschlossene Flächenraum ist, ein Umstand, der es zweckmäßig erscheinen läßt, dem Äquator so nahe zu bleiben, wie es andere Rücksichten irgend zulassen. Von wesentlicher Bedeutung ist es weiterhin, daß

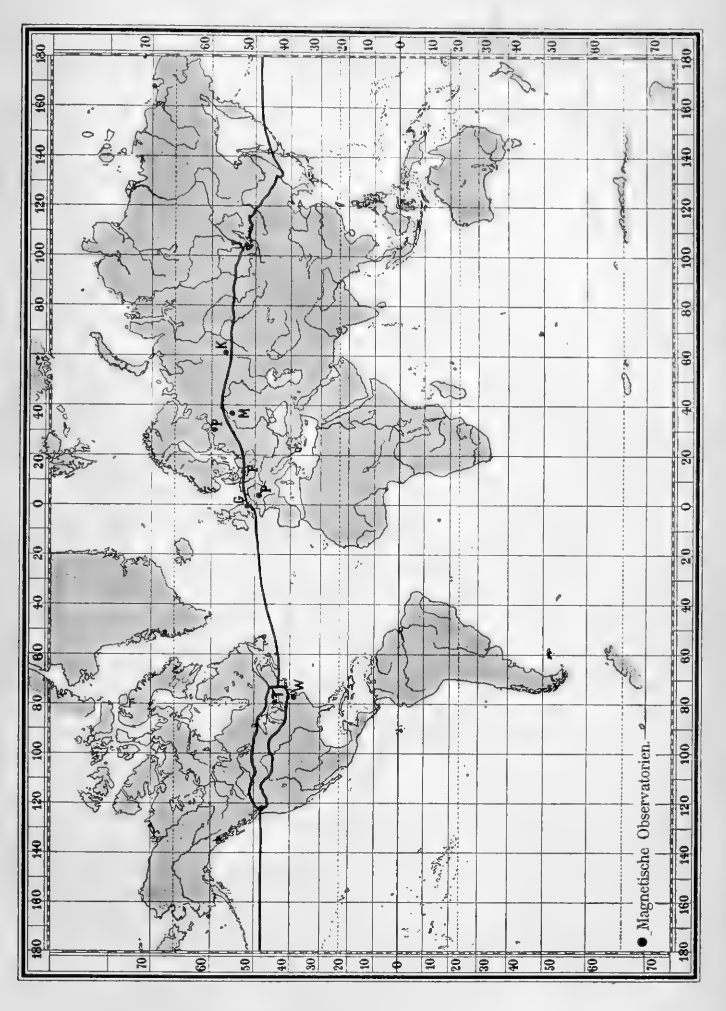
die Messungen möglichst genau auf einen bestimmten Zustand des erdmagnetischen Feldes reduziert, d. h. also vor allem von dem Einfluß der Störungen, der täglichen Schwankung und der Säkularänderung befreit werden können. Zu diesem Zwecke ist es wünschenswert, daß längs des gewählten Linienzuges eine größere Anzahl gut verteilter magnetischer Observatorien liegen. Das ist nun bei der genannten Linie, die durch die Hauptkulturgebiete der Erde führt, mehr als bei jeder anderen der Fall, und es wird sich vielleicht empfehlen, gerade bei der endgültigen Festsetzung derselben auf diesen Umstand besondere Rücksicht zu nehmen. Freilich wird es mindestens sehr wünschenswert, wenn nicht unerläßlich sein, daß für die Dauer der Vermessung noch an zwei oder drei Stellen, besonders nahe der Ostküste von Asien und nahe der Westküste Nordamerikas, Observatorien in Betrieb gehalten werden.

Nach den hier angestellten Erwägungen ist es bereits entschieden, welchen Integrationsweg man zu wählen habe, freilich nur unter wesentlich praktischen Gesichtspunkten. Es fragt sich nur, ob nicht etwa rein theoretische Überlegungen zu einem anderen Ergebnis führen.

Glücklicherweise ist dies nicht der Fall.

Wenn die mittlere allgemeine Verteilung der erdmagnetischen Kraft wirklich einen potentialfreien Anteil enthält, so ist es doch kaum anders denkbar, als daß die zu seiner Erklärung anzunehmenden vertikalen Ströme in ihrer Verteilung von den großen Gegensätzen in der Beschaffenheit der Erdoberfläche beeinflußt sein werden. Als solche kommen vor allem — ob unmittelbar oder mittelbar, etwa durch klimatische Bedingungen, mag einstweilen dahingestellt bleiben — zwei in Betracht: der Gegensatz von Wasser und Land und der Gegensatz der verschiedenen Breiten, sei es jener der nördlichen und der südlichen Halbkugel oder derjenige der äquatorialen und der polaren Gebiete. Daraus ergibt sich, wenn das betrachtete Linienintegral überhaupt irgendwo merkliche Werte erreicht, so ist dies am ehesten bei solchen Linien zu erwarten, die Ozean und Festland scheiden oder die annähernd mit einem Parallelkreis zusammenfallen.

Wendet man sich nun zur genaueren Festsetzung an die bereits gewonnenen Erfahrungen, so wird man solche Linien aufzusuchen haben, die nach den vorliegenden Berechnungen besonders starke Mittelwerte der Größe $\int S\,ds : \int ds$ ergeben haben. Es zeigt sich dabei, daß die zuerst genannte, beim ersten Anblick vielleicht bestechende Möglichkeit, das Integral längs der Grenzen eines Kontinents auszuwerten, nicht in Betracht kommen kann. Allerdings wäre ja die Möglichkeit, ausschließlich auf dem Lande zu messen, vorteilhaft; aber der Umstand, daß die Beobachtungen vielfach in unwirtlichen Gebieten vorgenommen



von Bezold und A. Schmidt: Magnetische Vermessung eines ganzen Parallelkreises.



werden müßten, würde die Ausführung sicher mehr erschweren, als jener erste Umstand sie erleichtert. Auf keinem der großen Kontinentalgebiete ist ferner die Grenzlinie hinreichend mit Observatorien besetzt. Endlich aber würde überhaupt ein gegenüber den bisherigen. zweifelhaften Ergebnissen ausschlaggebendes Resultat nur bei Nordamerika zu erwarten sein, vielleicht auch noch bei Afrika.

Abgesehen von dem gar zu kleinen Australien ergibt die einzige in dieser Beziehung bisher durchgeführte Berechnung nur bei diesen beiden Gebieten einen merklichen Mittelwert der hypothetischen Vertikalströmung.

Die betreffende von einem von uns[1] ausgeführte Untersuchung ist bereits 1895 in einer Darstellung durch Kugelfunktionen veröffentlicht worden, von der kartographischen Wiedergabe wurde jedoch wegen der geringen Vertrauenswürdigkeit der Ergebnisse Abstand genommen.

Jedenfalls scheint trotz des hohen Interesses, das die Ermittelung der Umfangsintegrale böte, die Messung längs eines Parallelkreises zunächst wichtiger und aussichtsvoller: daß es sich hierbei nicht um eine mathematische Linie handelt, sondern um einen Streifen von gewisser Breite, darf als selbstverständlich gelten.

Die Gründe, welche hierbei gerade den 50. Grad nördlicher Breite als besonders geeignet empfohlen, sind oben entwickelt worden.

Dementsprechend hätte man etwa längs des nachstehend etwas näher bezeichneten und auf beiliegender Karte (Taf. II) versinnlichten Weges in Abständen von 60—80 km genaue Messungen auszuführen.

Im südlichen England und nördlichen Frankreich beginnend. müßte man durch Norddeutschland nach Rußland weitergehen, so daß Moskau etwas südlich liegen bliebe. Bei dieser Linie könnten alsdann die Observatorien von Kew, Greenwich, Paris, Utrecht, Wilhelmshaven, Potsdam, in gewissem Sinne auch Pawlowsk bei St. Petersburg. und endlich Moskau als Stützpunkte dienen, während das außerordentlich stark gestörte Gebiet im Süden dieser Stadt vermieden würde.

Von dem nördlich von Moskau gelegenen Punkte ginge es dann nach Osten und Ostsüdosten südlich von Katharinenburg weiter, um etwa bei Omsk die transsibirische Eisenbahn zu erreichen, und dann über Irkutzk nach der Küste des Großen Ozeans. Man könnte sich hierbei auf die Mitwirkung der beiden schon längst bestehenden Observatorien in Katharinenburg und Irkutzk stützen, während an der Ostküste Asiens, etwa in Wladiwostok, ein neues, wenn auch nur temporäres Observatorium zu errichten wäre.

---

[1] A. Schmidt a. a. O.

In Amerika kämen zwei Linien in Betracht: die eine längs der kanadischen, die andere längs der nördlichen Pacificbahn in den Vereinigten Staaten.

Es dürfte sich empfehlen, beide Wege einzuschlagen, um dadurch einen kleinen ausschließlich auf dem Festlande verlaufenden Polygonschluß zu gewinnen, der gerade dort von besonderer Bedeutung wäre, da nach der oben angeführten Untersuchung in dieser Gegend die stärksten vertikalen Ströme zu erwarten wären.

Die in Amerika in Betracht kommenden Observatorien von Washington und Toronto bedürften allerdings noch einer Ergänzung in der Nähe der Westküste.

Der Verlauf der Linie über die Meere hin ist natürlich durch die Endpunkte der Landstrecken bestimmt.

Zum Schluß mag noch kurz erwogen werden, welchen Grad der Genauigkeit man anzustreben bez. von dem Endergebnis zu erwarten habe.

Bedenkt man, daß nach den bisherigen Messungen der Mittelwert von S längs der gewählten Kurve etwa von der Größenordnung von 100 γ ist, so wird man es für eine sichere Entscheidung ausreichend erachten dürfen, wenn es gelänge, diesen Mittelwert auch nur auf seinen zehnten Teil, also auf ungefähr 10 γ herabzudrücken. Die eigentliche Messungsgenauigkeit — auch mit Rücksicht auf Korrektionen für Störungen und Variation — gestattet wenigstens auf dem Lande schon bei der einzelnen Messung diese Schärfe von etwa 10 γ zu erreichen. Für die Messungen zur See wird man dazu freilich erst besondere Hülfsmittel schaffen müssen. Müßte man sich aber auch bei diesen mit einer etwas geringeren Schärfe begnügen, so würde der Zweck immer noch erreicht werden; das bedenklichste Moment liegt wohl in den störenden Lokaleinflüssen. Indessen darf man diese, wenn nur Gebiete ganz grober Störungen vermieden werden, im Durchschnitt auf höchstens $\pm 200\,\gamma$ schätzen und als zufällige Fehler behandeln. Bei einer Gesamtzahl von 400 Beobachtungspunkten ergäbe sich daraus eine mittlere Unsicherheit von $\pm 10\,\gamma$ für den schließlich maßgebenden Mittelwert.

Überblickt man diese Darlegungen, so wird sich niemand dem Eindruck verschließen können, daß es sich hier um eine Frage handelt, die wie geschaffen ist, um von der Internationalen Assoziation der Akademien in Angriff genommen zu werden. Sie ist nur durch das Zusammenwirken der verschiedensten Nationen nach einem einheitlichen Plane zu lösen, und das Endergebnis ist, wie es auch ausfallen mag, von der höchsten Bedeutung. Lautet es dahin, daß tatsächlich noch beträchtliche Korrektionen an den Folgerungen aus der einfachen

Theorie anzubringen sind, d. h. daß Vertikalströme die Erdoberfläche durchsetzen, so eröffnet sich damit der Forschung ein neues Gebiet. Ergibt sich dagegen, daß die Gauss'sche Theorie streng richtig ist und keiner Ergänzung bedarf, so kann man auf der seit 60 Jahren festgehaltenen theoretischen Grundlage ruhig weiterarbeiten; freilich ist damit zugleich festgestellt, daß die zurzeit vorliegenden Beobachtungen viel weniger zuverlässig sind, als man bisher annehmen durfte.

Aber selbst wenn man zu diesem Ergebnis gelangen sollte, so wird dadurch der Wert des ganzen Unternehmens nicht wesentlich beeinträchtigt, da alsdann die Ungenauigkeit des bisher gesammelten Materials aufgedeckt und die unabweisbare Notwendigkeit nachgewiesen würde, neue zuverlässigere Beobachtungen zu beschaffen. Zugleich aber würde auch nach dieser Richtung mit den bei der Vermessung gewonnenen Zahlen ein großer Schritt vorwärts getan sein.

Auch die bei den verschiedenen Polarexpeditionen gemachten Beobachtungen über Erdmagnetismus und Polarlicht können erst dann einwurfsfrei verwertet werden, wenn volle Klarheit darüber erreicht ist, bis zu welcher Grenze die der Gauss'schen Theorie zugrunde liegenden Annahmen streng richtig sind und inwiefern noch andere, bisher unberücksichtigte Einflüsse in Rechnung zu ziehen sind.

Wenn man bedenkt, welche bedeutende Geldmittel für diese Expeditionen aufgewendet worden sind, und wie sehr gerade dort die magnetische Arbeit in den Vordergrund getreten ist, so wird man auch den für das hier vorgeschlagene Unternehmen erforderlichen Aufwand als vollberechtigt anerkennen müssen.

Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der ozeanischen Salzablagerungen.

XXXII. Die obere Existenzgrenze von Schönit, Magnesiumsulfathepta- und -hexahydrat, Astrakanit, Leonit und Kainit bei Anwesenheit von Steinsalz.

Von J. H. van't Hoff und W. Meyerhoffer.

(Vorgetragen am 11. Juni [s. oben S. 633].)

Zwei Merkmale sind es wesentlich, die erlauben, über die Temperatur, welche bei der Salzlagerbildung geherrscht hat, Schlüsse zu ziehen, und zwar das Vorhandensein von bestimmten Mineralien und dasjenige von bestimmten Mineralkombinationen.

Indem wir uns hier auf das erste Merkmal beschränken, kann vorausgeschickt werden, daß die Hälfte der bezüglichen Aufgabe schon gelöst wurde (wenigstens für die Chloride und Sulfate des Natriums, Kaliums und Magnesiums), indem von den drei bei 25° noch nicht auftretenden Mineralien, Langbeinit, Loeweit und Vanthoffit festgestellt wurde, daß die untere Bildungsgrenze bei der natürlichen Ausscheidung bei bez. 37°, 43° und 46° liegt.[1] Die zweite Hälfte der Aufgabe, die Bestimmung der Temperatur, welche nach oben die Existenz abgrenzt, wurde nunmehr in Angriff genommen; dabei wurden wiederum nur die oberhalb 25° liegenden Temperaturen berücksichtigt.

Als obere Temperaturgrenze ist bei dieser Untersuchung 83° gewählt, weil bis dahin keine Andeutungen von höheren Temperaturen bei der Salzlagerbildung vorliegen; vielmehr ist sogar 83° etwas zu hoch gegriffen, dies ist die Temperatur, wobei Kainit sich bei Anwesenheit von Steinsalz spaltet unter Bildung einer Mischung von Kieserit und Chlorkalium (mit Ausscheidung von Langbeinit), welcher Komplex bekanntlich als Hartsalz gefunden wird. Betont muß noch werden, daß die im nachstehenden zu erörternden oberen Existenzgrenzen sich auf Anwesenheit von Steinsalz in Überschuß beziehen, was wohl durchweg den natürlichen Bildungsverhältnissen entspricht, jedoch nicht aus dem Auge zu verlieren ist.

[1] Diese Sitzungsberichte 1902, 280 und 374; 1903, 500.

I. Die Untersuchungsmethode.

Die Ermittelung der gesuchten Maximaltemperaturen hätte dilatometrisch geschehen können, und zwar in der Weise, daß z. B. eine Mischung von Magnesiumsulfatheptahydrat (Reichardtit) und Chlornatrium genommen und die Temperatur der Hexahydratbildung durch die begleitende Ausdehnung bestimmt wurde. Wir zogen es jedoch vor, mit dem im allgemeinen sich rascher einstellenden Tensimeter zu arbeiten. Im erwähnten Fall müssen dann verglichen werden: die Krystallwassertension von $MgSO_4 . 7H_2O$, bei Anwesenheit von $MgSO_4 . 6H_2O$, und die Dampftension der gesättigten Lösung, welche sich bildet beim Anfeuchten einer Mischung von $MgSO_4 . 7H_2O$ und ClNa. Damit die Sättigung nicht unnötig Zeit in Anspruch nehme und besonders damit nicht irgend ein Salz durch Bildung der Lösung zum Verschwinden kommt, ist, statt mit Wasser, mit der schon bei 25° gesättigten Lösung[1] angefeuchtet und, indem verschiedene Lösungen möglich sind. welche Sättigung an den genannten Salzen aufweisen, ist diejenige zu wählen, welche die kleinste Tension aufweist, denn in Berührung damit wird die Umwandlung von Hepta- in Hexahydrat sich bei der höchsten Temperatur vollziehen, welche eben gesucht wird. Diese Lösung ist diejenige. welche durch Anfeuchten der betreffenden Substanz, gemischt mit Chlornatrium ohne weiteres, entsteht: sie läßt sich auf Grund des Krystallisationsgangs wählen, da beim Auskrystallisieren die Tension abnimmt oder, im Grenzfall, konstant bleibt, und so zeigt eine spätere Überlegung, daß die fragliche Lösung, die früher mit *I* bezeichnete, gleichzeitig an Astrakanit gesättigte ist und folgende Zusammensetzung aufweist:

$$1000 H_2O\ 52 NaCl\ 7 MgCl_2\ 34 MgSO_4 .$$

Es ist deshalb gut, von vornherein der Mischung von Chlornatrium und Magnesiumsulfat eine kleine Menge Astrakanit beizugeben, um Übersättigung daran auszuschließen und die Mengenverhältnisse zu wählen. in denen die betreffenden Salze in Lösung gehen:

$$48 MgSO_4 . 7H_2O + 66 NaCl + 692 H_2O$$
$$= 7 MgNa_2(SO_4)_2 4H_2O + 1000 H_2O\ 52 NaCl\ 7 MgCl_2\ 34 MgSO_4 .$$

Etwa 5–6 gr von der fein zerriebenen Salzmischung wurden dann mit $0^{ccm}5$ der Lösung angefeuchtet: die andere Tensimeterkugel enthielt die beiden Salzformen, hier Magnesiumsulfathepta- und -hexahydrat etwa in molekularem Verhältnis: die Füllflüssigkeit war Paraffinöl und es wurde immer mit zwei Parallelversuchen gearbeitet.

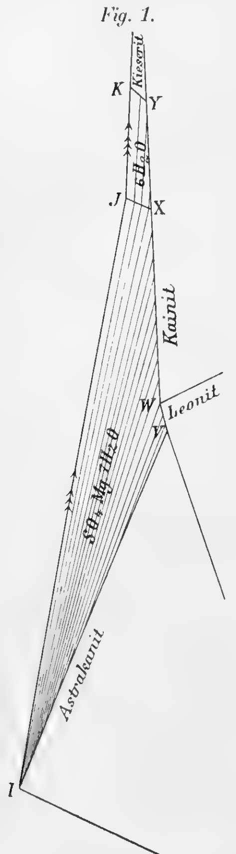
[1] Diese Sitzungsberichte 1903, 369.

II. Die speziellen Ergebnisse.

A. Die obere Grenze der Reichhardtitbildung bei 31°.

Die beigegebene Abbildung des Reichhardtitfeldes *IJXWV* in Fig. 1 und der Lauf der darauf angegebenen Krystallisationswege weist an, daß die kleinste Tension in *I* besteht, und es sich also um die an Magnesiumsulfat, Chlornatrium und Astrakanit gesättigte Lösung *I* handelt, die schon oben angegeben wurde. Dementsprechend wurde mit diesen Salzen (in etwa gleichmolekularen Mengen)[1] gearbeitet. Die beiden Tensimeter zeigten bei 30°5 einen Überdruck von bez. 3.4 und 3 mm Oel seitens der Lösung, bei 31°5 bez. 2.4 und 4.7 im umgekehrten Sinne. Die gesuchte Temperatur liegt also bei 31°.

Fig. 1.



Es sei bemerkt, daß diese Temperatur schon früher bestimmt wurde. Sie ist nämlich identisch mit der vor mehreren Jahren dilatometrisch bestimmten Umwandlungstemperatur in der Mischung von $MgSO_4 . 7H_2O$ und NaCl, welche Umwandlung damals als doppelte Zersetzung betrachtet wurde.[2]

B. Die obere Grenze der Magnesiumsulfathexahydratbildung bei 35°5.

Die Fig. 1 gibt von 31° ab ein ungefähres Bild des Magnesiumsulfathexahydratfeldes, das dann an Stelle desjenigen für Reichardtit getreten ist, und auch der Krystallisationsgang ist wesentlich unverändert geblieben, so daß wiederum in *I* das Hexahydrat unter Bildung von Kieserit ganz zum Verschwinden kommt, bei gleichzeitiger Anwesenheit von Astrakanit also. Dementsprechend wurde eine (etwa molekulare) Mischung von $MgSO_4 . 6H_2O$ und NaCl, dazu etwas ($\frac{1}{2}$ Molekül) Astrakanit genommen. Die andere Tensimeterkugel enthielt die Mischung von Hexahydrat und Kieserit. Da die Tensionseinstellung sich in dieser Mischung

[1] Erst in dem späteren, durch die höhere Temperatur schwieriger liegenden Fällen wurden die Mengenverhältnisse entsprechend der Vorschrift auf S. 679 gewählt.

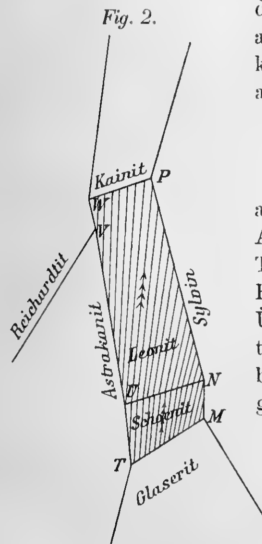
[2] van't Hoff und van Deventer, Zeitschr. f. phys. Chem. 1, 175.

langsam vollzieht, wurde ein Präparat genommen, das schon mehrmals zu ähnlichen Versuchen gedient hatte, was bekanntlich die Einstellung beschleunigt. Dennoch zeigte sich nur in einem der beiden Tensimeter, deren Angaben übrigens einander nicht widersprachen, eine genügend schnelle Einstellung, und so haben wir uns, um unnötigen Zeitverlust zu vermeiden, auf dessen alleinige Angaben beschränkt. Bei 37° war ein Überdruck seitens des trockenen Gemisches von 8mm.3 Oel, bei 36° von 2mm.4; bei 35° dagegen von 3mm.1 im entgegengesetzten Sinne. Die gesuchte Temperatur liegt also bei 35°.5.

C. Die obere Grenze der Schönitbildung bei 26°.

Die beigegebene Abbildung des Schönitfeldes *TMNU* in Fig. 2 und der Lauf der darauf angegebenen Krystallisationswege weist an, daß die kleinste Tension bei *T* besteht und also mit der an Schönit, Chlornatrium, Astrakanit und Glaserit gesättigten Lösung zu arbeiten ist, mit der Zusammensetzung:

$$1000\,H_2O\;55\,NaCl\;21\,KCl\;16\tfrac{1}{2}\,MgCl_2\;18\tfrac{1}{2}\,MgSO_4.$$



Zur Anwendung gelangten 5–6 gr einer aus 2gr NaCl, 6gr Schönit, 9gr Glaserit und 5gr Astrakanit bestehenden Mischung. Die zweite Tensimeterkugel enthielt Schönit und Leonit. Bei 25°.5 wiesen die zwei Tensimeter einen Überdruck von bez. 0mm.5 und 1mm.8 Oel seitens der Lösung auf, bei 26°.5 von 3mm.2 bez. 2mm.7 im entgegengesetzten Sinne. Die gesuchte Temperatur liegt also unweit 26°.

D. Die obere Grenze der Leonitbildung bei 61°.5.

Die oben angegebene Fig. 2 kann auch in diesem Falle dienen, unter Berücksichtigung, daß von 26° an das Schönitfeld durch Ausdehnung des Leonitfeldes *UNPWV* zum Fortfallen gekommen ist. Der Lauf der Krystallisationswege weist dann an, daß Leonit bei Anwesenheit von Chlornatrium in *T* verschwinden wird, bei gleichzeitiger Sättigung an Astrakanit und Glaserit, unter Bildung des schon von 37° an existenzfähigen Langbeinits $(SO_4)_3Mg_2K_2$. Des weiteren sind jedoch mehrere Faktoren zu berücksichtigen, die hier eingreifen.

Zunächst ist, bevor die Existenz des Leonits bei T zum Abschluß kommt, der Astrakanit dort schon in Loeweit verwandelt, wie ein Tensimeterversuch bewies, der anzeigte, daß von 56°5 ab die Tension der trockenen Mischung von Astrakanit und Loeweit diejenige der gesättigten T-Lösung zu überschreiten anfängt. Zweitens ist der Leonit imstande, eine wesentliche Menge Natrium isomorph aufzunehmen.[1] Die für die T-Lösung bestimmte Tensimeterkugel wurde also mit 5—6 gr einer Mischung von 6^{gr} dieses natriumhaltigen Leonits $Mg(1.52K0.48Na)(SO_4)_2 4H_2O$, 3^{gr} Loeweit, 3^{gr} NaCl und 2^{gr} Glaserit von der Zusammensetzung $K_4Na_2(SO_4)_3$ beschickt und diese mit der T-Lösung angefeuchtet.

Auch bei der Darstellung der trockenen Mischung war zu berücksichtigen, daß es sich hier nicht wie in den vorigen Fällen einfach um die Maximaltension bei Anwesenheit zweiter Hydrate handelt. Die Spaltung, welche bei der Entwässerung des Leonits unter Langbeinitbildung vor sich geht, ist eine verwickelte, welche durch folgende Gleichung ausgedrückt wird:

$$10(SO_4)_2MgK_2 \,.\, 4H_2O + (SO_4)_4Na_4Mg_2 \,.\, 5H_2O = 6(SO_4)_3Mg_2K_2 + 2(SO_4)_3K_4Na_2 + 45H_2O.$$

Das trockene Gemisch wurde deshalb aus $4^{gr}8$ natriumhaltigem Leonit, 2^{gr} Loeweit, 2^{gr} Langbeinit und 2^{gr} Glaserit zusammengestellt.

Wie zu erwarten, waren die Einstellungen überaus langsame und vollkommene Gleichheit bei beiden Tensimetern kaum zu erzielen. Dennoch ließ sich die gesuchte Temperatur auf 61°5 feststellen, indem die beiden Tensimeter bei 61° auf Überdruck seitens der Lösung hinwiesen (von 18^{mm} bez. 11^{mm} Oel); bei 62°2 war die Anweisung umgekehrt in beiden (3 bez. 11 mm). Bei 61°5 schließlich zeigte das eine einen kleinen Überdruck von 2^{mm} seitens der Lösung, das andere 5^{mm} im umgekehrten Sinne.

E. Die obere Existenzgrenze des Kainits bei 83°.

Wie schon früher[2] erwähnt, zerfällt der Kainit bei 85° in Chlorkalium und Kieserit, unter gleichzeitiger Ausscheidung von Langbeinit. Diese Temperatur liegt so hoch, daß unsere oben für die vorangehenden Bestimmungen benutzte Daten für 25° sich wohl kaum zur Anwendung empfehlen. Es kam hinzu, daß die Handhabung der Tensimeter bei diesen Temperaturen eine weniger leichte wird, und so wurde auf das Dilatometer zurückgegriffen und in empirischer Weise verfahren.

[1] Diese Sitzungsberichte, 1903, 366.
[2] Meyerhoffer, Zeitschr. f. anorg. Chemie. 34, 145.

Die Füllung geschah mit 15gr eines künstlichen und analysierten Kainits, 2gr Langbeinit, 2gr Chlornatrium und 2gr der Mischung von Kaliumchlorid und Kieserit, wie sie durch Entwässerung von Kainit bei etwa 125° erhalten werden kann. Bei 100° fand ein Ansteigen des Niveaus um 73mm in 10 Stunden statt; bei 80° ein Fallen um 7mm in 2 Tagen; bei 85° Anstieg um 9mm in 4 Tagen und bei 83° Konstanz während 4 Tage. Die gesuchte Temperatur dürfte also von 83° wenig entfernt sein.

III. Zusammenstellung und graphische Darstellung der Ergebnisse.

Wir wollen nunmehr die verschiedenen Daten, welche in bezug auf die oberen Existenzgrenzen der Salzmineralien erhalten sind, zusammenstellen und noch zwei früher gefundene Daten hinzufügen, nämlich die obere Existenzgrenze von Glaubersalz bei 18°[1] und diejenige von Astrakanit bei 59°[2]. Wir geben dabei nebeneinander die Temperaturen an, welche sich auf An- und Abwesenheit von Chlornatrium beziehen:

Obere Existenzgrenzen.

Mineral	Mit NaCl	Ohne NaCl	Produkt
Glaubersalz $SO_4Na_2 \cdot 10H_2O$	18°	$32\frac{1}{2}$°[3]	Thenardit SO_4Na_2
Schönit $(SO_4)_2MgK_2 \cdot 6H_2O$	26	$47\frac{1}{2}$ [4]	Leonit $(SO_4)_2MgK_2 \cdot 4H_2O$
Reichardtit $SO_4Mg \cdot 7H_2O$	31	48 [5]	Hexahydrat $SO_4Mg \cdot 6H_2O$
Hexahydrat $SO_4Mg \cdot 6H_2O$	$35\frac{1}{2}$	$67\frac{1}{2}$ [6]	Kieserit $SO_4Mg \cdot H_2O$
Astrakanit $(SO_4)_2MgNa_2 \cdot 4H_2O$	59	71 [7]	Loeweit $(SO_4)_4Mg_2Na_4 \cdot 5H_2O$
Leonit $(SO_4)_2MgK_2 \cdot 4H_2O$	$61\frac{1}{2}$	89 [8]	Langbeinit $(SO_4)_3Mg_2K_2$
Kainit $SO_4Mg \cdot KCl \cdot 3H_2O$	83	85	Hartsalz $SO_4Mg \cdot H_2O, KCl$

Wir stellen diese Ergebnisse mit denjenigen für die unteren Bildungsgrenzen in der Fig. 3 graphisch zusammen und bemerken, daß wohl die Bildungstemperatur des Thenardits mit angeführt werden kann, welche der Umwandlung des Glaubersalzes bei Anwesenheit von Chlornatrium, Glaserit und Astrakanit entspricht. Dieselbe[9] liegt bei Anwesenheit von Chlornatrium und Glaserit bei 16°3, dürfte bei Mitanwesenheit von Astrakanit bis auf unweit 16° sinken. Zwischen

[1] Diese Sitzungsberichte 1898, 391.
[2] Ebenda 1903, 502.
[3] Richards, Zeitschr. f. physik. Chemie 43, 465.
[4] Diese Sitzungsberichte 1898, 810.
[5] van der Heide, Zeitschr. f. physik. Chemie 12, 426.
[6] Diese Sitzungsberichte 1901, 1038.
[7] Ebenda 1902, 371.
[8] Ebenda 1902, 277.
[9] Meyerhoffer, Saunders, Zeitschr. f. physik. Chemie 28, 467.

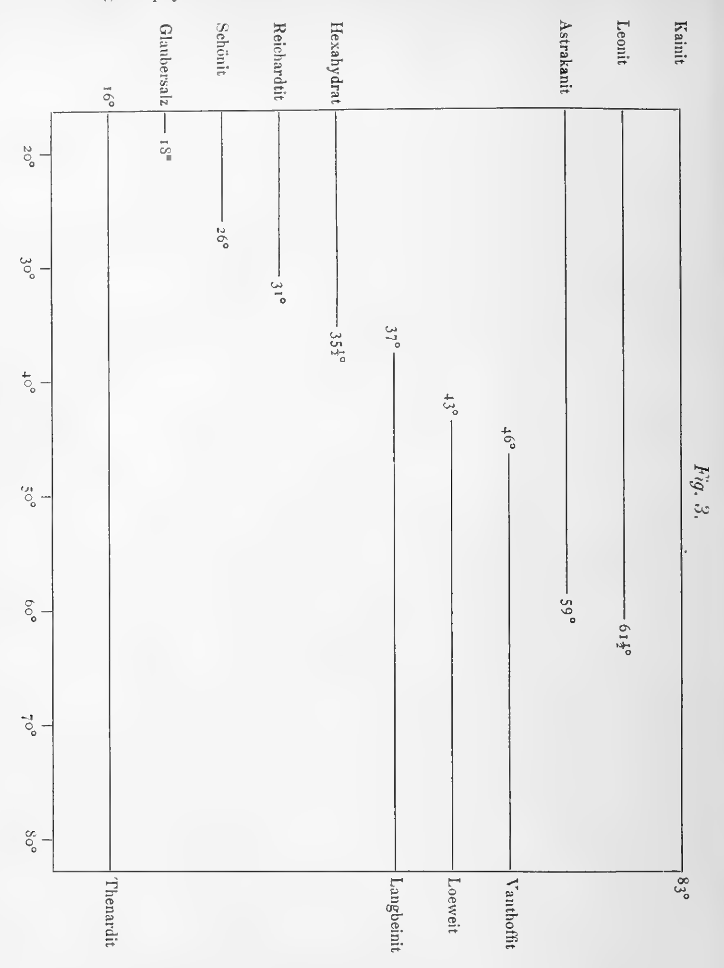


Fig. 3.

16° und 25° liegt dann höchst wahrscheinlich noch die bis jetzt nicht bestimmte untere Bildungsgrenze von Kieserit.

Durch diese Bestimmungen steht nunmehr, wenigstens für Temperaturen zwischen 25° und 83°, fest, mit welchen Salzmineralien der untersuchten Gruppe man zu tun hat.

Der Gebirgsbau Sardiniens und seine Beziehungen zu den jungen, circum-mediterranen Faltenzügen.

Von Prof. Dr. A. Tornquist
in Strassburg.

(Vorgelegt von Hrn. Branco am 11. Juni [s. oben S. 633].)

Vor Jahresfrist habe ich einen gedrängten Bericht[1] meiner stratigraphischen und geologisch-tektonischen Untersuchungen auf der Insel Sardinien gegeben. In der vorliegenden Abhandlung soll allein von dem Gebirgsbau der Insel, ihrem tektonischen Verhältniss zu Corsica und von ihrem muthmasslichen Zusammenhang mit den sie umgebenden, mediterranen tertiären Faltengebirgen die Rede sein.

Die Gebirge Sardiniens gehören ohne Zweifel noch zu den bisher unbekanntesten Gebieten im Bereiche des jungen, circum-mediterranen Gebirgsbogens der Alpen, des Appennin, Siciliens, des nordafricanischen Gebirgszuges, der bätischen Cordillere und der Balearen.

In der französischen Ausgabe des »Antlitz der Erde« von Suess, in der »Face de la terre« von Margerie, Bertrand u. A. wird in einem kleinen Absatz über Sardinien (p. 306) nur auf das Vorkommen der ausseralpinen Trias in dem von Bornemann im Jahre 1881 beschriebenen Gebiete von Gennamari an der Westküste von Sardinien hingewiesen und dann gesagt: »On voit donc que plusieurs questions de la plus haute importance pour l'histoire du bassin de la méditerranée occidentale demeurent encore ouvertes«.

I. Die geologischen Einheiten Sardiniens.

Sardinien und Corsica stellen eine Erhebung im westlichen Mittelmeer dar, welche fast genau meridional verläuft und mit den von SO. nach NW. gerichteten Zügen des festländischen italiänischen Appennin ebensowenig zusammenzugehören scheinen, wie mit dem von O. nach W. verlaufenden ligurischen Appennin und den ligurischen Alpen; auch

[1] Ergebnisse einer Bereisung der Insel Sardinien. Sitzungsber. d. K. Preuss. Akad. d. Wiss. zu Berlin. XXXV. 1902. S. 808—829.

kann man sie nicht gut mit den von O. nach W. dahinziehenden Zügen der nordafricanischen Gebirge in Zusammenhang bringen.

Auf den Balearen ist das Streichen der Gebirge ebenfalls schwer mit der äusseren Gestalt von Corsica und Sardinien zu verbinden. Nach Nolan[1] ist auf Menorca ein nord-südliches Streichen vorhanden, welches sich auf Mallorca nach SW. umbiegt und schliesslich bei Ibiza, gegenüber den östlichen Ketten der bätischen Cordillere, in ein ost-westliches Streichen übergeht.

Dass die Gestalt der Insel Sardinien nicht durch die Richtung jüngerer Antiklinalen und Synklinalen bedingt ist, wird schon durch die plumpen, ungegliederten Küstenformen der Insel angedeutet. Der breite »Rücken« der Insel, die Haupterhebungen, sind dabei dem italiänischen Festlande zugekehrt; es folgen im W. tiefe, sich von N. nach S. erstreckende Niederungen: das breite Grabenthal des Campidano zwischen Cagliari und Oristano und die breite, niedrige Fläche im O. der Nurra di Sassari, zwischen Alghero, Sassari und Portotorres, welche ich im Folgenden gemäss ihres Landschaftscharakters als die Prairie der Nurra von Sassari bezeichnen will. Dort, wo die beiden breiten Niederungen zusammenstossen sollten, breitet sich das mächtige Eruptivgebiet von Macomèr in der mittleren Breite der Insel mit dem Monte Ferru aus. Noch weiter westlich von diesen Niederungen folgen die Gebirgsländer der Iglesiente und Sulcis, ersteres nördlich des Thalgebietes von Iglesias, das letztere südlich davon gelegen. Eine Fortsetzung dieses südwestlichen Gebirglandes Sardiniens entsteigt dem Meere im Norden, wo sich nördlich von Alghero über Cap dell' Argentiera bis zum Cap Falcone das kleine Gebirgsland der Nurra di Sassari ausdehnt.

Im O. der Niederungen des Campidano und der Prairie der Nurra von Sassari unterscheidet man am besten im S. den Sarrabus bis zu einer Linie, welche von Muravera dem Flumendosa-Fluss aufwärts bis Armungia folgt und von dort nach Mandas nach W. schneidet, die Barbagia, welche die Abhänge des höchsten Gebirgscomplexes der Insel, des Gennargentu (Punta Lamarmora 1834^{m}) bis gegen Nuoro hin einnimmt, das Granitgebiet von Nuoro, an welches sich längs der Thalniederung von Terranova und derjenigen von Ozieri, die Gellura, das Granitgebiet von Tempio, im N. bis zur Küste anschliesst.

Aus der Lagerung der Schichten ergibt sich, dass das Campidano und die Prairie der Nurra zwei geologisch erheblich von einander verschiedene Gebiete trennt, deren Geschicke schon im Mesozoicum recht

[1] Structure géologique d'ensemble de l'archipel baléare. Bull. soc. géol. France. 3. sér. 23. 1885. p. 76—91 und Trav. lab. de Grénoble. 3. 1894. p. 29—44.

verschiedene waren. Es zerfällt das Gebirgsstück Sardinien in zwei heterogene Gebiete.

Im W. haben die Gebirge der Iglesiente und der Nurra di Sassari an der jungtertiären bez. altcretaceeischen Aufrichtung und Auffaltung der mediterranen Falten Antheil genommen, während im O. der Sarrabus, Barbagia und Gallura von keiner jungen Faltung berührt worden sind.

In der Iglesiente und in der Nurra sind mit andern Worten die mesozoischen Sedimente, die Ablagerungen der Trias-, Jura- und Kreidezeit, in Falten gelegt, während die mesozoischen Ablagerungen der im O. gelegenen Gebiete ihre horizontale Lagerung meist vollständig unverändert beibehalten haben oder doch nur durch Schleppungen an Verwerfungen ein wenig aufgerichtet, jedenfalls nicht gefaltet sind.

Speciell für die Barbagia sind die mit horizontalen Sedimentdecken der Juraformation gekrönten Tafelberge äusserst charakteristische Landschaftsformen. Es breiten sich dort über dem steil aufgerichteten Grundgebirge jurassische Conglomerate, jurassische Kalke und jurassische Dolomite aus. Besonders die letzteren sind äusserst widerstandsfähig gegen die zerstörenden Kräfte der Erosion und der Verwitterung. Wo die Dolomitdecke abgetragen ist, findet eine schnelle Zerstörung der Unterlage statt. Die Folge davon sind steile Abstürze rings um die von der Dolomitdecke gekrönten Plateaus und die schwere Zugänglichkeit der Höhen. Auf den Höhen dehnen sich weithin horizontale, steinige Flächen aus, welche mit wildem Wald von Kork- und Steineichen bestanden sind, in welchem sich nur wenig humöser Waldboden bildet. Es sind dieses die Höhenplateaus zwischen Láconi und Nurri, das Sarcidano, und die unter den Namen Tonneri und Tacchi (sing. Taccu) im sardischen Dialekt benannten Höhen nördlich Seui und westlich und südwestlich Lanusei. Erosionsreste dieser Tafelberge können auch die Form burgartiger Felsthürme, wie man sie aus den Südstaaten der Vereinigten Staaten von Nordamerica kennt, annehmen; eine bekannte Höhe von dieser Gestalt ist die Perda Liana im NO. von Seui, welche ohne besondere Hülfsmittel unbesteigbar ist. Diese unzugänglichen, unübersichtlichen, bewachsenen Tafelberge waren bis vor wenigen Jahren noch die Sitze des vielgenannten sardischen Brigantaggio.

Ausser diesen Fetzen der einstigen mesozoischen Decke befinden sich im Osten Sardiniens noch cretaceeische Ablagerungen an der Meeresküste zwischen dem Cap di Monte Santo, nördlich Tortoli bis nach Orosei, ferner auf der Insel Tavolara, welche südlich vom Golf von Terranova liegt und am Cap Figari im Norden dieses Golfes. Auch hier ist die Lagerung der Schichten eine ungefaltete und wenig ge-

neigte. Da ich diese Punkte bisher selbst nicht besucht habe, so muss ich mich auf die vorliegenden älteren Angaben von La Marmora[1] beziehen. Dieser beschreibt hier einen Dolomit als Auflagerung auf den Granit bez. auf die krystallinischen Schiefer und über diesen den Hippuritenkalk der oberen Kreide. Nach den vorliegenden Angaben soll der Dolomit unter den Hippuritenkalken auch cretaceisch und nicht mit dem oberjurassischen der Tonneri und Tacchi gleichalterig sein. Die ungefaltete Lagerung dieser Kreide ist auch neuerdings von de Stefani[2] bestätigt worden.

Es stellt sich demnach der axiale und östliche Theil Sardiniens als ein Gebiet dar, welches zur Triaszeit Festland und erst zur Oberen-Jurazeit vom Meere bedeckt und mit Sedimenten versehen worden ist. Wir erhalten für die Gebiete des Sarrabus, der Barbagia und der Gallura das Bild eines mesozoischen hochgelegenen Festlandes, welches durch Transgressionen des Meeres nur zu bestimmten Zeiten bedeckt wurde und welches als befestigte, von N. nach S. sich erstreckende Zone durch die jüngere Faltung nicht überwunden worden ist.

Ich bezeichne diese Zone des centralen und östlichen Sardiniens als die des ungefalteten Vorlandes (vergl. die Karte weiter unten).

Vollkommen anders sind die Ablagerungen und die Tektonik der mesozoischen Ablagerungen im W. Sardiniens. Im Gebiete der Iglesiente und der Nurra di Sassari ist das Mesozoicum in grosser Vollständigkeit vorhanden, wenn auch noch nicht gut bekannt, und diese Ablagerungen sind stets gefaltet oder, falls nur kleine Schollen aufgeschlossen sind, stark geneigt. Ein besonders charakteristischer Zug ist derjenige, dass die Ablagerungen der unteren und mittleren Trias nicht wie überall in den circummediterranen Faltenzügen in alpiner oder

[1] Die »Voyage en Sardaique« (III. Band, 1, 1857) von La Marmora bildet heutzutage noch fast die einzige Quelle unserer Kenntnisse der Insel. Am Ende der sechziger Jahre wurde das Werk erst von Spano in das Italiänische übersetzt. Ein neueres Werkchen von Cossu gibt fast nichts durch neuere Beobachtungen erlangtes Neues, sondern ist nur eine Zusammenstellung einiger neuer Daten. Die Oberflächenformen der Insel sind durch die genauen 1 : 25000 und 1 : 50000 ausgeführten Blätter der Carta d' Italia durch das Istituto geografico militare in Florenz genau bekannt geworden. Naturwissenschaftliche und geologische Beobachtungen haben die Kenntniss von der Insel nur wenig über den Stand der Kenntnisse von der Insel nach der La Marmora'schen Beschreibung gefördert. Allein die Tertiärversteinerungen Sardiniens sind seit Jahren von Lovisato mit grossem Erfolg gesammelt und beschrieben worden; auch sind paläozoische Fossilien in einigen ausgezeichneten Monographien von Bornemann, Canavari u. A. bekannt gemacht worden. — Wichtige Beiträge zur Geologie der vulcanischen Gebilde sind von G. vom Rath gegeben worden; neuerdings hat Dannenberg weitere Beiträge gegeben (Centralbl. für Min., Geol. u. Paläont. Stuttgart 1902. S. 331 ff.).

[2] de Stefani, Cenni prel. sui terreni mesozoici della Sardegna. Rendiconti della R. Acc. dei Lincei. VII. 1891. S. 427 ff.

in sogenannter mediterraner Facies, sondern in ausseralpiner, deutscher Facies entwickelt sind. Die eben beschriebene Zone des ungefalteten Vorlandes trennte zur Triaszeit das im heutigen Appennin gelegene Gebiet eines triadisch-mediterranen Meeres von einem sich von der Westküste Sardiniens nach W. hin erstreckenden triadisch-extraalpinen Meere. Das ungefaltete Vorland, welches zur Triaszeit die Faciesgrenze darstellte und im Mesozoicum sich als ein hochgelegenes Festland, das nur zu Zeiten der Transgressionsmaxima vom Meere bedeckt wurde, darstellte, bildete zur Zeit der jüngeren Faltung eine Zone, in deren Bereich diese Faltung nicht stattfand, trotzdem im O. die Appenninfalten und im W. die Faltungen der Iglesiente und der Nurra entstanden.

Es ist in diesem Stück Sardinien ein fassbares Beispiel gegeben, wie alte mesozoische Faciesgrenzen sich in den Äusserungen der jüngeren faltenden Kräfte widerspiegeln.

Ich bezeichne das westlich von dem ungefalteten Vorlande gelegene Gebiet der Iglesiente und der Nurra als die Aussenfaltenzone; auf die Begründung dieser Benennungen komme ich unten zurück.

In der Aussenfaltenzone sind in den von mir besuchten Theilen der nördlichen Nurra eine Anzahl einfacher Falten und Mulden vorhanden, in denen wohl senkrechte Schichtstellung in den Schenkeln der Falten eintritt, ohne dass es aber oft zu Überkippungen oder Überschiebungen gekommen wäre; es erscheint noch unsicher, ob spätere Untersuchungen solche auf stärkeres Ausmaass der Faltungskräfte zurückzuführende Erscheinungen werden feststellen lassen. In der Nurra ist das Streichen der Falten meist SSO.–NNW., doch finden sich besonders nach Portotorres zu auch Verbiegungen der Falten in andere Richtungen. Neben den Falten treten auch Verwerfungen auf.

In den Triasschollen, an der Westküste bei Gennamari, in der Iglesiente sind unter dem mächtigen Dünensande nur isolirte Schollen mesozoischer Gesteine, triadischer Kalke, sichtbar, welche schon von Bornemann[1] im Jahre 1881 beschrieben worden sind. Das Einfallen der Kalkbänke ist dort stark wechselnd, und die Aufschlüsse sind zu ungenügend, um ein zusammenhängendes Bild des Schichtenaufbaues zu bekommen; dass starke Störungen, nicht einfache Verwerfungen, sondern Faltungen und Aufrichtungen der Bänke vorhanden sind, zeigt aber doch deutlich das starke Einfallen der Schichten an verschiedenen Punkten. Es soll von dieser Trias in einer anderen Abhandlung die Rede sein, über die beobachtete Lagerung machte ich schon in dem vorläufigen Bericht Angaben.

---

[1] Sul Trias nella parte meridionale dell' isola di Sardegna. Boll. com. geol. d' Italia. 1881. no. 7—8.

An allen anderen Punkten der Westküste Sardiniens, wo mesozoische Schichten noch vorhanden sind, lässt sich die junge Faltung nachweisen; für die Punkte, an denen ich nicht selbst gewesen bin, muss ich auf die Beschreibungen und Abbildungen bei La Marmora verweisen, welche aber nicht überall über die Lagerung Auskunft geben.

An der Westseite des Sarrabus befinden sich zwei Schollen mesozoischer Gesteine, der Monte Zari am Golf von Palmas und die Südostecke der Isola di S. Antioco. Es sind am Monte Zari steil aufgerichtete, von N. nach S. streichende Kalkbänke des Dogger, welche eine kleine Gebirgskette bilden. Über die Lagerung der Kreide auf S. Antioco lässt sich leider keine Angabe auffinden.

Nördlich von diesen Punkten, genau westlich von Iglesias, stossen wir wiederum bei Fontanamare auf mesozoische Schichten. Die Kalke des Hochplateaus von Campoma, welche dort steil vom Meere aufsteigen, sind von Zoppi[1] als triadisch angesehen worden; sind sie diess nach meinen Beobachtungen[2] auch nicht, so sind doch die Mergel, Schiefer und Conglomerate, welche den Sockel für diese — eocänen — Kalke zusammensetzen, mesozoisch, und zwar cretaceisch. Die steile, zusammengefaltete Stellung dieser an Bryozoen reichen Mergel lässt das Bestehen der jungen Faltung und vor Allem auch ihr Alter genau ermitteln.

Die Faltung muss jünger sein als die gefalteten Kreideschichten und älter als die horizontal gelagerten eocänen Kalke; sie dürfte in die früheste Zeit des Eocän oder in die jüngste Zeit der Kreide fallen.

In den Theilen der Iglesiente, in welchen keine mesozoischen Sedimente mehr vorhanden sind, sondern wo allein ihre Unterlage ansteht, die Ablagerungen des ältern und jüngern Paläozoicum, lässt sich die junge Faltung natürlich nicht sicher nachweisen, denn alle diese Schichten, mit Ausnahme des Obercarbon, sind schon durch die alte intracarbonische Faltung aus ihrer Lage gebracht und zu einem über die ganze Insel hinziehenden Faltengebirge zusammengestaut worden. Wie weit diese Faltung noch durch eine jüngere Kraft von Neuem verstärkt worden ist, lässt sich nur sehr schwer entscheiden. Auffallend ist aber, dass die Faltung der alten Schichtsysteme in der Iglesiente eine ganz ungemein viel stärkere ist als im O. und im Centrum Sardiniens, in der Barbágia. Es wäre denkbar, dass diese ungemein viel stärkere Zusammenpressung im W. allein durch die hier

---

[1] Descrizione geologico-mineraria dell' Iglesiente. Mem. descr. della Carta geologica d' Italia. IV. 1888. p. 70.

[2] Vergl. Sitzungsber. d. K. Preuss. Akad. d. Wiss. 1902. Siehe oben.

dazugekommene tertiäre Gebirgsbildung hervorgerufen wäre, während zur Carbonzeit die Auffaltung in allen Theilen der Insel annähernd gleich stark eingetreten war; die schwache, aber deutliche Faltung des Carbon von La Cabitza bei Iglesias (vergl. das Profil I) spricht für diese Annahme.

Von der alten Faltung lässt sich sicher sagen, dass sie vor der Ablagerung des obersten Carbon erfolgt ist, denn die discordante Lagerung des Obercarbon in der Iglesiente und in der Barbágia ist sichergestellt. Für das Alter der paläozoischen Faltung ist das beigegebene, von Gambera[1] aufgenommene Profil der Obercarbonmulde von La Cabitza von Bedeutung. Meine Auffassung stimmt allerdings nicht mit der in diesem wiedergegebenen Tektonik der älteren vorcarbonischen, stark aufgerichteten Schichten überein, da ich[2] eine andere, der ursprünglich von Bornemann und von Lambert vertretenen Auffassung der Schichtenfolge im alten Gebirge nahekommende Gliederung beobachtet habe, aber deutlich zeigt das Profil die discordante, leichter gefaltete Lagerung des Obercarbon auf den stark gefalteten älteren Bildungen.

Eine vorobercarbonische und nachdevonische Faltung ist dadurch jedenfalls erwiesen.

Ich selbst konnte mich in der Barbágia, im Kohlenbecken von Fondu Corongiu nördlich Séui, von der Discordanz des Obercarbon überzeugen und konnte die Angabe von La Marmora dort bestätigen.

Bezüglich der Lagerung und der Schichtenfolge des Alt-Paläozoicum verweise ich auf meinen oben citirten Reisebericht.

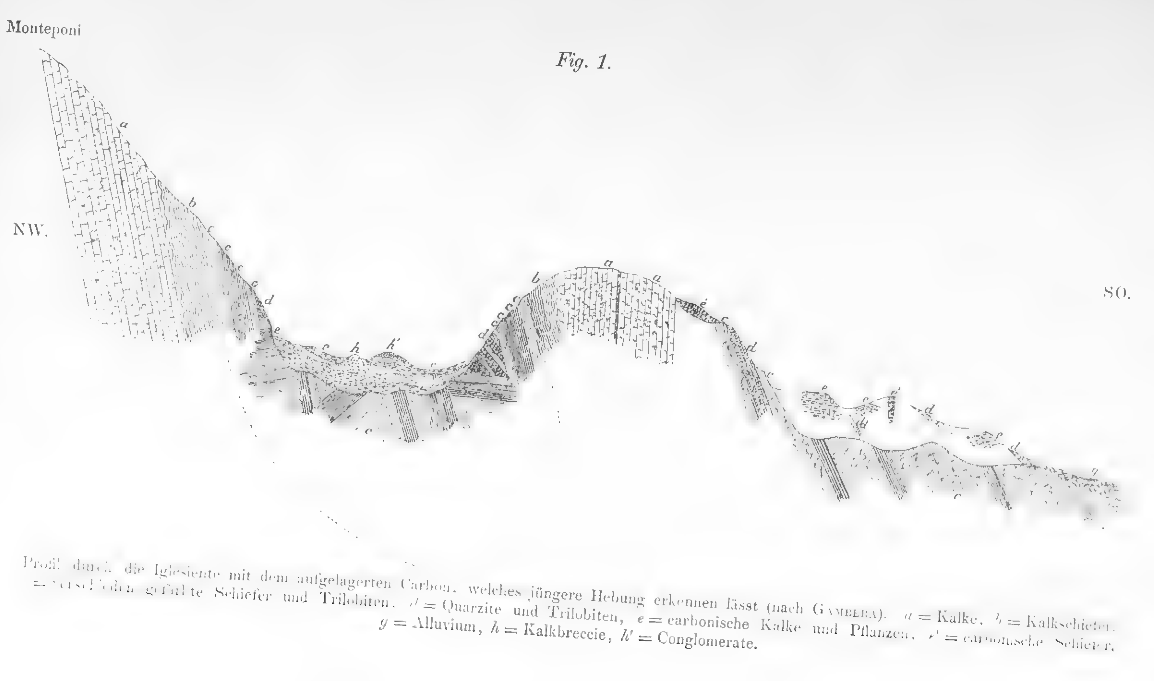
Die vorstehende Betrachtung hat uns also gezeigt, dass Sardinien von zwei verschiedenen Zonen von N. nach S. durchzogen wird, von einer im O. der Insel gelegenen, jungen, gefalteten Gebirgszone, von der die Iglesiente und die Gebirge der Nurra di Sassari Theile bilden und von einer im Centrum und im O. gelegenen, durch die junge Faltung nicht berührte Zone. Beide Gebiete spielen schon zu mesozoischen Zeiten eine ungleiche Rolle; der östliche Theil gibt uns das Bild eines hochgelegenen Festlandes, auf dem nur zur Zeit der maximalen Transgressionen eine Meeresbedeckung eingetreten ist, vor allem zur Oxfordzeit, während in den westlichen Gebieten das Mesozoicum ziemlich vollständig und dabei die Triasformation speciell in ausseralpiner (und auch ausserappenninischer) Facies auftritt. Ich benannte die westlich gelegene Zone als die Aussenfaltenzone, die im O. gelegene als die des ungefalteten Vorlandes.

---

[1] V. Gambera. Nella scoperta di fossili nell' Iglesiente II, Cagliari, Taf. III.

[2] Vergl. den vorläufigen Bericht S. 812.

Fig. 1.

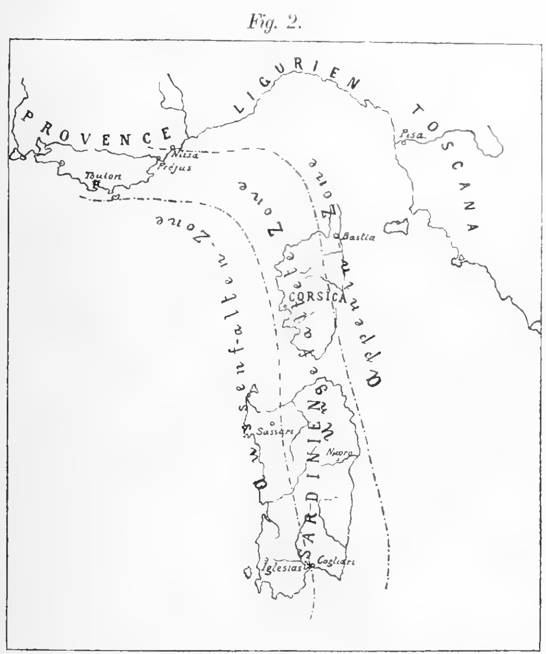


Profil durch die Iglesiente mit dem aufgelagerten Carbon, welches jüngere Hebung erkennen lässt (nach Gambera). a = Kalke, b = Kalkschiefer, c = verschieden gefaltete Schiefer und Trilobiten, d = Quarzite und Trilobiten, e = carbonische Kalke und Pflanzen, f = carbonische Schiefer, g = Alluvium, h = Kalkbreccie, h' = Conglomerate.

II. Beziehung Corsicas zu Sardinien.

Wenn wir einen Blick auf eine geologische Übersichtskarte[1] des Mittelmeeres werfen, so wird uns die Rolle, welche Corsica im Vergleich zu Sardinien spielt, leicht klar. Die Hauptmasse Corsicas, der ganze grosse westliche Theil und die von N. nach S. laufende Achse dieser Insel ist die natürliche Fortsetzung der auf Sardinien im Osten

Fig. 2.



Darstellung der geologischen Zonen von Sardinien und Corsica und ihren Zusammenhang mit dem Alpenzuge.

gelegenen Zone des ungefalteten Vorlandes; die Zone der Aussenfalten fehlt dagegen auf dieser Insel vollkommen, sie liegt im O. in der Tiefe des Mittelmeeres; die grosse Granitzone Corsicas ist die Fortsetzung des Granitlandes der Gallura.

Schon die Granitmassive und die Schiefermassen der Insel Asinara im Nordwestzipfel Sardiniens zeigt, dass die Zone der Aussenfalten von der Nurra aus nach W. abbiegt und an der Küste Corsicas jeden-

[1] Carte géologique internationale de l'Europe, Berlin, Dietrich Reimer.

falls recht entfernt im W. hinstreicht. Dagegen stellt sich an der Ostküste Corsicas ein neues tektonisches Element ein, welches von Solenzara im S. fast geradlinig von dem Granitmassiv durch einen Bruch, der nach NNW. streicht und bei Pointe de l' Alciolo die Nordküste Corsicas erreicht, abgeschnitten wird. In dieser Zone finden mesozoische, vornehmlich triadische Schichten eine grosse, fast die alleinige Verbreitung; ausser Ablagerungen der Triasformation ist hier nur noch Infralias bekannt. Über die gefalteten Lagerungsverhältnisse des Mesozoismus in dieser Zone hat Hollande[1] eingehende Mittheilungen publicirt. In der »Etude sur la constitution géologique de la Corse« von M. Nentien[2] heisst es nur: »Sur les terrains permo-triasiques repose une formation calcaire et dolomitique toujours assez peu puissante et consistant en cargneules de teinte jaune séreuse, souvent superficielle, en calcaires dolomitiques cloisonnés, enfin en calcaires plus compacts. Les parties inférieures et moyennes de la formation renferment en un ou deux endroits des lentilles de gypse: elles ressemblent de tous points aux cargneules gypseuses constituant la partie supérieure du Trias des alpes maritimes et doivent être considérées comme faisant partie de cet étage.«

III. Das Wesen der geologischen Zonen Sardiniens.

Es geht aus dem Vorstehenden klar hervor, dass die Triasfacies im Osten Corsicas sich ausserordentlich scharf von derjenigen der Aussenfaltenzone Sardiniens unterscheidet, dass sie der unvollständigen und küstennahen Entwickelung der mediterranen oder alpinen Triasfacies, welche auf den Höhen der centralen Westalpen angetroffen wird, entspricht, und dass auch hier wiederum die tertiäre, posteocäne Auffaltung erfolgt ist.

Es ist diess deshalb von Wichtigkeit, weil hieraus klar hervorgeht, dass die Zone des ungefalteten Vorlandes in der That zur Triaszeit in diesen Gebieten die Grenze zwischen der ausseralpinen und der alpinen Trias bildete und dass diese Zone zu jener Zeit in der That eine, wenn auch nur schmale Landbarre bildete. Diese Landbarre zieht also durch den östlichen Theil Sardiniens und durch den westlichen Theil Corsicas. Es muss diese Landbarre eine ähnliche Rolle zur Triaszeit gespielt haben wie die unter der schweizerischen und oberbayerischen Hochebene begrabene Landbarre, auf welcher jedenfalls am Fusse des Schwäbischen Juras auch der Keuper unter Ausfall des Bunt-

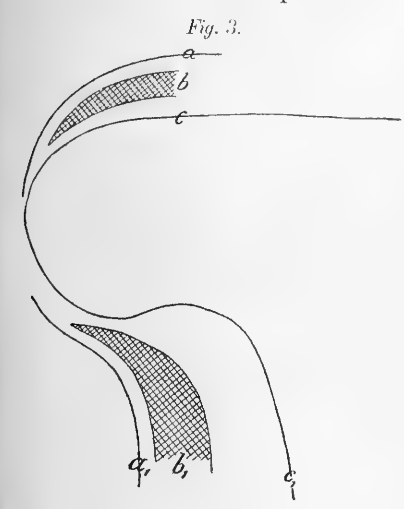
[1] Géologie de la Corse. Annales des sc. géol. IX. Paris 1877.

[2] Mémoires pour servir à l'explication de la carte géologique de la France. Paris 1897.

sandsteines und Muschelkalkes über das alte Gebirge transgredirt, also jene Landbarre, welche das ausseralpine Triasmeer des Juragebirges von dem alpinen des Alpengebietes trennte. Diese Landbarre blieb im Mittelmeer wie in der Schweiz zur Tertiärzeit auch nahezu ungefaltet.[1]

Diese Landbarre und die Faciesgrenze läuft nun zur ligurischen Mittelmeerküste hinüber. Man könnte sie entweder dort vermuthen, wo das Massiv der Seealpen unter der jungen Flyschdecke zwischen Albenga und Ventimiglia hindurchsetzt, denn die Trias von Savona-Noli[2] ist alpin, die von Toulon ausseralpin, oder dort, wo die Chaîne des Maures in einem Complex älterer Schichten unter den jüngeren Sedimenten zu Tage kommt.

Fig. 3.



Skizze des Alpenbogens mit den beiden anhängenden Aussenfaltenbogen. An der Wendung des Alpenbogens von Ligurien in das Wallis entfernt sich nach N. von den Alpen (c) das Juragebirge (a), zwischen beiden liegt die schweizerische Hochebene (b); nach S. entfernt sich vom Appennin (c_1) die sardische Aussenfaltenzone (a_1) und schliesst das ungefaltete corsische und sardische Hochland (b_1) ein.

Genau so, wie die Aussenfaltenzone Sardiniens durch eine mesozoische Festlandsbarre und eine zur Tertiärzeit nicht in die Faltung einbegriffene, ungefaltete Zone von den tertiären Appenninfalten getrennt ist, genau so ist der schweizerische Jura durch dasselbe Element, hier die schweizerische Hochebene, von den tertiären Alpenfalten getrennt.[3] Die Aussenfaltenzone Sardiniens ist dem Juragebirge geologisch homolog und ebenso wie dieses ein Appendix des grossen tertiären Faltenbogens der Alpen und des Appennin. Der Jura löst sich im Dauphiné vom Alpenzuge ab, so wie, wie wir sehen werden, die sardische Aussenfaltenzone in der Provence sich von den Alpen ablöst. Während die ungefaltete Zwischen-

---

[1] Abgesehen von den südlichen, randlichen Molassefalten der schweizerischen Hochebene ist hier bisher noch keine Faltung nachgewiesen.

[2] Neues Jahrbuch für Min., Geol. u. Paläont. 1900, I, S. 176 f.

[3] Wenn wir von den schwachen randlichen Molassefalten der schweizerischen Hochebene absehen, so ist eine tertiäre Faltung hier ebenfalls nicht nachgewiesen oder anzunehmen.

zone in Corsica und Sardinien noch als Gebirge orographisch hervortritt, ist in der Schweiz diese Grenzzone in die Tiefe gesunken und bildet eine Hochebene; trotzdem sind beide geologisch homolog.

Die natürliche Fortsetzung der schweizerischen Hochebene ist die bayerische Hochebene; an der nördlichen, also »äusseren« Grenze dieser, schon im Gebiete des schwäbischen Jura, sind die vulcanischen Centren des Hegau, von Urach und des Ries von Nördlingen gelegen: an der äusseren Grenze der sardischen »ungefalteten Zone« liegt diesen vulcanischen Centren allem Anscheine nach homolog das Eruptionsgebiet von Macomer.

Die den östlichen Zipfel von Corsica zusammensetzende Zone kommt damit in natürliche Beziehung zu dem Appennin. Sie findet ihre Fortsetzung in dem Triasgebiet von Savona und Albenga. Das Homologon zu der westsardischen Aussenfaltenzone lässt sich nun ebenfalls leicht erkennen. Diese verhält sich zum Appennin, wie das schweizerische Juragebirge sich zu den Alpen verhält; in beiden ist die Triasformation in ausseralpiner Facies entwickelt; in beiden sind die mesozoischen Ablagerungen deutlich, aber im Verhältniss zu den Alpen und dem Appennin weniger intensiv gefaltet. Diese sardische Zone bildet eine Aussenfaltenzone des Appennin, wie das Juragebirge eine solche der Alpen bildet.

IV. Zusammenhang der Gebirgssysteme Sardiniens mit denen des Festlandes.

Nachdem somit die Rolle festgestellt ist, welche die Gebirge Sardiniens und auch Corsicas gegenüber den Appenninfalten spielen, fragt es sich, wo nun die Festsetzung der Aussenfaltenzone der Westküste Sardiniens zu suchen ist.

Wir wissen, dass das Juragebirge einen Appendix der Alpen darstellt, welcher sich im Dauphiné unweit Grenoble langsam von dem Hauptgebirge loslöst[1] und im Mont Salève bei Genf die erste Selbständigkeit erreicht und von dort immer mehr von den Alpen divergirt; es ist also wohl zu erwarten, dass die östlichen Gebirgszüge Sardiniens in ähnlicher Weise sich an irgend einer Stelle von dem Hauptzug des tertiären Faltenzuges abzweigen. Wo das geschieht, ist aber sehr schwer zu sagen, da die Ostküste Sardiniens weithin durch Meer von dem nächsten Festland getrennt ist.

---

[1] Als Theilnehmer der im Anschluss an den achten internationalen Geologen-Congress unternommenen Excursion in den Dauphiné konnte ich diese im Aufbau der Alpen so wichtige Stelle unter der lehrreichen Leitung Kilian's selbst kennen lernen.

Wo keine geologischen Untersuchungen in Zukunft möglich sein werden, sind Vermuthungen der einzig mögliche Weg, um ein System in das thatsächlich Beobachtete zu bringen. Der folgende Versuch einer construirten Verbindung der ligurischen und tyrrhenischen Gebirgsinseln sei daher, da die Meeresbedeckung uns die Gebirgszüge verhüllt, erlaubt.

Für den muthmasslichen Zusammenhang von Corsica mit dem Festlande geben uns die Tiefenverhältnisse des ligurischen Meeres Aufschlüsse. Der Verlauf der 200- und 500-Faden-Tiefenlinien in jenem Meerestheile lässt deutlich erkennen, wie die gefaltete, mesozoische Zone der Ostküste Corsicas sich in Form einer submarinen Barre an den ligurischen Appennin anschmiegt und die Umbiegung der östlich von Genua befindlichen Rivieraküste mitmacht. Die nach W. hinzeigende Ausbiegung der 1000-Fadenlinie südlich von Genua weist dann auf eine Verbindung dieser Zone etwa mit der Küstenregion hin, welche zwischen Albenga, dem Ausgang des breiten Arrosciathales, und San Remo liegt; es ist diess die Stelle, an welcher die krystallinischen Seealpen unter der Flyschdecke das Meer erreichen müssen. Es entsteht nun die Frage, ob die ostcorsische Zone mit der festländischen Triaszone, welche zwischen Savona und Albenga die Küste erreicht, zusammenhängt, oder ob sie mit der mesozoischen Zone zwischen Ventimiglia und Cannes in Zusammenhang zu bringen ist. Die Triaszone Savona–Albenga[1] ist schon früher von mir als die südöstliche Fortsetzung der die Seealpen östlich begleitenden Zone, also der Zone des Briançonais erkannt worden, welche die innere krystalline Zone von der äusseren krystallinen Zone der Westalpen trennt. Dagegen ist die mesozoische Zone von Nizza als die Fortsetzung der Zonen von Gap und Digne, als die äussere Kalkalpenzone anzusehen.

Nach dem Streichen der Faltenzüge an der westlichen Rivieraküste und in der mesozoischen Zone auf Corsica kann man nur geneigt sein, die ostcorsische Zone mit der zuletzt genannten Zone von Nizza in Zusammenhang zu bringen. Dafür spricht der etwas anormale, fast nordsüdliche und sich an der Küste plötzlich nach O. wendende Faltenwurf der Schichten um Nizza; die Richtung des letztern weist auf die beschriebene, von der Nordspitze Corsicas sich dem Continent nähernde Untiefe des Meeres hin. Es würde dann auch die Facies der Trias, welche nach den Angaben von Nentien in Corsica übereinstimmt, mit der von S. Sauveur und Guillaume am Westfusse des Massives der Seealpen in dieser selben Zone gleich ausgebildet sein.

Es wäre dann die südliche Fortsetzung der äusseren Zone der Westalpen, die Zone der Seealpen, östlich von Corsica zu suchen und

[1] Neues Jahrbuch für Min., Geol. u. Paläont. 1900, I, S. 176 f.

dürfte vielleicht der Aufbruch der archäischen Gesteine auf Elba als eine isolirt aus dem Meere schauende Höhe dieser Zone anzusehen sein.

Die ungefaltene Aussenzone Corsicas und Sardiniens wäre dann aber mit dem auf dem Continente so räthselhaften Aufbruch der Montagne des Maures in Verbindung zu bringen, und in der That sind zahlreiche tektonische Homologien zwischen den Maures und der krystallinen Zone Corsicas und Sardiniens vorhanden.

Der inhaltreichen Monographie von Wallerant[1] über die Chaîne des Maures entnimmt man, dass dort wie in dem Esterel-Gebirge die Facies der Triasablagerungen ausseralpin ist und dass die Triasschichten und die oberen Permschichten ungefaltet, dem gefalteten Grundgebirge und zum Theil dem ältesten Perm discordant aufgelagert sind. Eine grosse Anzahl posttriadischer — wohl tertiärer — Verwerfungen haben das Gebiet zerstückelt; an ihnen haben die triadischen Sedimente wohl hier und da eine Aufrichtung, aber nirgends eine Faltung erfahren. Die Abbildungen 1, 2 und 3 auf der Tafel VIII bei Wallerant stellen diese Lagerungsverhältnisse sehr klar dar. Ein grosser Wechsel der krystallinischen Schiefer und der in sie eingedrungenen Tiefen- und Ganggesteine ist hier ebenso wie auf Corsica und Sardinien vorhanden. Eine Abweichung im Gebirgsbau der Maures und des Aufbaues von Sardinien besteht allein darin, dass hier noch von N. her permische und ausseralpine triadische Sedimente über die vorher aufgerichteten Gebiete transgredirt haben, während auf Sardinien die Sedimente vollständig zwischen dem Alt-Paläozoicum und den transgredirenden oberjurassischen Ablagerungen fehlen.

Wir sehen so, dass die Auffassung der krystallinen und paläozoischen Zone Corsicas und Sardiniens zusammenhängt mit der Auffassung, welche wir von der Chaîne des Maures in Südfrankreich haben. Beides sind mit der Alpenfaltung nicht in Zusammenhang stehende Gebiete, welche sich als ungefaltet gebliebene Massive an der Hauptfaltenzone befinden.

Wenn wir nun die Fortsetzung der westsardischen Aussenfaltenzone auf dem Continente aufsuchen, so werden wir auf die Faltungs- und Überschiebungszone von Toulon geführt. Da das Streichen der Falten von Toulon und dasjenige der Nurra di Portotorres auf Sardinien recht wohl mit einander in Einklang stehen, so ist diese Verbindung auch durchaus wahrscheinlich. Eine Bestätigung — auf welche ich besondern Werth zu legen geneigt bin — erblicke ich auch in der faciell übereinstimmenden Ausbildung des Mesozoicum, besonders der Triasformation in beiden Gegenden.

---

[1] Étude géologique de la région des Maures et de l'Esterel. Paris (Thèse de la faculté de Paris 1889).

Damit wäre ein Anschluss der Gebirgssysteme Sardiniens und Corsicas an die festländischen europäischen Faltungszüge des tertiären circummediterranen Gebirgsbogens vorhanden.

Eine ganze Reihe weiterer Gesichtspunkte für den geologischen Aufbau der westlichen Mittelmeerländer ergeben sich nun noch aus dem hier Dargestellten; das interessanteste Problem, dem ich mich auf meinen späteren Reisen besonders zuwenden will, ist die Art des Zusammenhanges, welcher zwischen den Linien der jungen Faltung und den Linien, an denen im Mesozoicum die Faciesverhältnisse wechselten, bestehen muss.

Die Beziehungen dieser Linien zu einander sind ja im ganzen Aufbau der Alpen zu verfolgen. Die grossen Überschiebungen, an denen die nördlichen Ostalpen auf die Westalpen im Allgäu und in Graubünden geschoben sind, und welche Rothpletz und Steinmann in neuerer Zeit studirt haben, sind an mesozoischen Faciesgrenzen erfolgt.

Die Grenze zwischen der lombardischen und der venezianischen Ausbildung der südalpinen, mesozoischen Sedimente ist von den judicarischen Falten und Überschiebungen in der Tertiärzeit wiederum verfolgt worden.[1]

Kehren wir nun wieder zur Betrachtung Sardiniens zurück, so ist eine weitere Frage zu lösen, nämlich die, wo die südliche Fortsetzung der Aussenfaltenzone zu suchen ist.

Es ist von dieser ganzen Zone ja nur ein schmaler Streifen an der Westküste der Insel vorhanden; es muss vermuthet werden — wie es auch aus dem verhältnissmässig flachen Abfall der Küstentiefe wahrscheinlich wird —, dass der Hauptttheil des Faltenzuges submarin an der Küste entlang verläuft. Von einer Fortsetzung dieser Zone nach irgend einer Richtung hin, etwa auf die Nordküste von Africa zu, ist aber nichts zu bemerken. Es fehlt vollständig an irgend welchen Anhaltspunkten, auch nur eine Vermuthung aufzustellen, dass sich die Aussenfaltenzone Sardiniens noch in andere Gebiete des Mittelmeeres fortsetzt. Es ist daher vor der Hand wohl das Wahrscheinlichste, dass diese Aussenfaltenzone, wie auch das Juragebirge nach und nach seinen Charakter als Faltenzone einbüsst und sich langsam in grösserer Entfernung vom Alpenbogen verliert.

[1] Vergl. Geolog. Führer durch Oberitalien I. 1902, S. 37.

Ausgegeben am 2. Juli.



1903.
XXXIII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

25. Juni. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

1. Hr. Burdach las Studien zur deutschen Bildungssprache alter und neuerer Zeit. I. Der gegenwärtige Stand der schriftsprachlichen Forschung. (Abh.)

Es wird gezeigt, wie im Gegensatz zu der längere Zeit herrschenden naturalistischen Auffassung des schriftsprachlichen Problems neuerdings eine Rückkehr zu den Ansichten Lachmanns eingetreten ist, und in welcher Richtung die Normirung der mittelalterlichen Schrift, Urkunden-, Dichter- und Litteratursprache erforscht werden muss.

2. Hr. von Wilamowitz-Moellendorff legte eine Mittheilung über die Neubezifferung der Bände der Corpora Inscriptionum Graecarum vor.

Neubezifferung der Bände der Corpora Inscriptionum Graecarum.

Von Ulrich von Wilamowitz-Moellendorff.

Die Akademie hat vor etwa 50 Jahren, als die einst von Böckh begonnene Sammlung aller griechischen Inschriften durch die massenhaften Funde undurchführbar ward, das Corpus Inscriptionum Graecarum durch einen Indexband abgeschlossen und zunächst ein Corpus Inscriptionum Atticarum in Angriff genommen, das in drei Bänden vollendet ist. Supplemente zum zweiten Bande liegen in einem durch besondere Register abgeschlossenen Bande vor: zu dem ersten in drei Heften mit fortlaufender Paginierung. Diese werden nicht fortgesetzt, sondern durch Register in Bälde abgeschlossen werden. Daneben sind drei weitere Corpora für einzelne Landschaften begonnen, Insularum, Graeciae septentrionalis, Peloponnesi. Zwei besonders wichtige Teile aus diesen, die Inschriften von Delos (mit Mykonos und Rheneia) wird die Pariser Akademie im Rahmen dieses Werkes herausgeben. Da die vielen verschiedenen Corpora mit ihren Titeln und Ziffern zu manchen Unzuträglichkeiten geführt haben, hat die Akademie ebenso wie die Verlagshandlung eine einheitliche Neubezifferung für angezeigt gehalten. Diese wird mit Rücksicht auf die Zukunft gleich auf die gesamten Inschriften Europas ausgedehnt; damit ist jedoch weder über den Zeitpunkt der Bearbeitung etwas ausgesagt, noch die Hereinziehung der Inschriften anderer Landschaften ausgeschlossen. Die Verlagshandlung wird neue Titelblätter für alle erschienenen Teile drucken lassen und den Besitzern derselben zur Verfügung stellen. Da in nächster Zeit ein Heft (XII 5, 1) erscheinen wird, ist Gelegenheit zu der Verbreitung der neuen Bezeichnungen geboten. Die Übersicht des gesamten Werkes wird in Zukunft jedem erscheinenden Teile beigefügt werden. Die Akademie hofft daher, daß die gelehrte Welt sich bald an die neuen bequemen Bezifferungen gewöhnen wird. Zu diesem Zwecke bringt sie auch an dieser Stelle die Übersicht zum Abdruck.

INSCRIPTIONES GRAECAE

EDITAE

CONSILIO ET AUCTORITATE ACADEMIAE REGIAE BORUSSICAE

* paratur ** prelo traditum † editum

† Vol. I. Inscriptiones Atticae anno Euclidis vetustiores ed. A. Kirchhoff 1873.

Accedunt supplementorum fasciculi tres

† fasc. I. Supplementorum voluminis primi partem primam continens. 1877.

† fasc. II. Supplementorum voluminis primi partem alteram continens. 1887.

† fasc. III. Supplementorum voluminis primi partem tertiam continens. 1891.

(Adhuc inscribebatur Corpus Inscriptionum Atticarum. Vol. I. et vol. IV. fasc. 1—3.)

† Vol. II. Inscriptiones Atticae aetatis quae est inter Euclidis annum et Augusti tempora ed. U. Koehler.

† pars I. Decreta continens. 1877.

† pars II. Tabulas magistratuum catalogos nominum instrumenta iuris privati continens. 1883.

† pars III. Dedicationes, titulos honorarios, statuarum subscriptiones, titulos artificum, titulos sacros, inscriptiones ararum, oracula, similia, titulos sepulcrales continens. 1888.

† pars IV. Indices continens. Composuit J. Kirchner. 1893.

† pars V. Supplementa *(Adhuc inscribebatur Corpus Inscriptionum Atticarum. Vol. IV. pars 2).* 1895.

† Vol. III. Inscriptiones Atticae aetatis Romanae ed. G. Dittenberger.

† pars I. Decreta senatus populique Atheniensium. Societatum et collegiorum decreta. Imperatorum magistratuumque Romanorum epistulae et constitutiones. Orationes epistulae testamenta aliaeque litterae privatae. Rerum sacrarum dedicationes. Aedificiorum publicorum et privatorum tituli termini similia. Artificum tituli. Statuarum subscriptiones aliique tituli honorarii. Catalogi. Addenda et corrigenda. Additae sunt tabulae quinque lithographicae. 1878.

† pars II. Tituli sepulcrales. Tituli memoriales. Fragmenta incerta. Addenda et corrigenda. Indices. 1882.

† pars III. Appendix inscriptionum Atticarum: defixionum tabellae in Attica regione repertae ed. R. Wuensch. 1897.

† Vol. IV. Inscriptiones Argolidis ed. M. Fränkel. 1902.

(Adhuc inscribebatur Corpus Inscriptionum Graecarum Peloponnesi et insularum vicinarum. Vol. I. Inscriptiones Graecae Aeginae Pityonesi Cecryphaliae Argolidis.)

* Vol. V. Inscriptiones Arcadiae Laconicae Messeniae.

Vol. VI. Inscriptiones Elidis et Achaiae.

† Vol. VII. Inscriptiones Megaridis et Boeotiae ed. G. DITTENBERGER. 1892.
(Adhuc inscribebatur Corpus Inscriptionum Graecarum Graeciae septentrionalis. Vol. I. Inscriptiones Graecae Megaridis Oropiae Boeotiae.)

* Vol. VIII. Inscriptiones Delphorum; edentur consilio et auctoritate Academiae Franco-Gallicae.

† Vol. IX. Inscriptiones regionum Graeciae septentrionalis voluminibus VII et VIII non comprehensae.

† pars I. Inscriptiones Phocidis, Locridis, Aetoliae, Acarnaniae, insularum maris Ionii ed. G. DITTENBERGER. 1897.
(Adhuc inscribebatur Corpus Inscriptionum Graecarum Graeciae septentrionalis. Vol. III. pars I.)

* pars II. Inscriptiones Thessaliae.

Vol. X. Inscriptiones Epiri Macedoniae Thraciae Scythiae.

* Vol. XI. Inscriptiones Deli; edentur consilio et auctoritate Academiae Franco-Gallicae.

† Vol. XII. Inscriptiones insularum maris Aegaei praeter Delum.
(Adhuc inscribebatur Inscriptiones graecae insularum maris Aegei.)

† fasc. I. Inscriptiones Rhodi Chalces Carpathi cum Saro Casi ed. F. HILLER DE GAERTRINGEN. 1895.

† fasc. II. Inscriptiones Lesbi Nesi Tenedi ed. W. PATON. 1899.

† fasc. III. Inscriptiones Symes Teutlussae Teli Nisyri Astypalaeae Anaphes Therae et Therasiae Pholegandri Meli Cimoli ed. F. HILLER DE GAERTRINGEN. 1898.

* fasc. IV. Inscriptiones Coae et Calymni.

** fasc. V. Inscriptiones Cycladum.

* fasc. VI. Inscriptiones Chii et Sami.

* fasc. VII. Inscriptiones Amorgi.

* fasc. VIII. Inscriptiones insularum maris Thracici et Hellesponti.

* fasc. IX. Inscriptiones Euboeae.

Vol. XIII. Inscriptiones Cretae.

† Vol. XIV. Inscriptiones Siciliae et Italiae additis graecis Galliae Hispaniae Britanniae Germaniae inscriptionibus ed. G. KAIBEL. 1890.

Ausgegeben am 2. Juli.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

VERZEICHNISS DER [illegible]

Hirschel [illegible]

[illegible]

Abhandlungen [illegible]

Abhandlungen [illegible]

Einzelne [illegible]

Schulze [illegible]

Diels: Aristoteles [illegible]

Dümmler [illegible]

[illegible]

Geschichte der Königlich [illegible]

Im Auftrage [illegible]

Die Zweihundertjahrfeier der König[illegible] Wissenschaften [illegible]

[illegible] Sitzungsberichten. II. Halbjahr 1902.

- [illegible] der oceanischen Salz- [illegible] XXVII — M. 0,50
- [illegible] — 1.—
- [illegible] im zoologischen System — 0,50
- [illegible] — 0,50
- [illegible] beobachteten Schwerebeschleu- [illegible] — 0,50
- [illegible] — 0,50
- [illegible] — 1.—
- [illegible] — 0,50
- [illegible] — 0,50
- [illegible] Armenpflege — 0,50
- [illegible] zellen und anderen Körperzellen [illegible] — 0,50
- [illegible] Rekrystallisation der Platinmetalle — 0,50
- [illegible] III — 1.—
- [illegible] und an einfachen Photometern — 0,50
- [illegible] oceanischen Salzablagerungen, ins- [illegible] XXVIII — 0,50
- [illegible] — 0,50
- [illegible] — 1.—
- [illegible] Untersuchung des Quarzporphyrs [illegible] — 0,50
- [illegible] — 0,50
- [illegible] — 1.—
- [illegible] — 0,50
- [illegible] Bildungsverhältnisse der oceanischen [illegible] XXIX — 0,50
- [illegible] — 0,50

Sonderabdrücke aus den Sitzungsberichten. I. Halbjahr 1903.

- [illegible] das Ius Papirianum — M. 0,50

VERZEICHNISS DER WISSENSCHAFTLICHEN MITTHEILUNGEN

zu St. III.

Sachau: Denkrede [illegible]

Abhandlungen der Akademie

Abhandlungen aus dem Jahre [illegible]

Daraus: Physikalische Abhandlungen [illegible]

Philosophische [illegible] Abhandlungen [illegible]

Abhandlungen aus dem Jahre [illegible]

Daraus: Physikalische Abhandlungen [illegible]

Mathematische Abhandlungen [illegible]

Philosophisch-historische Abhandlungen [illegible]

Einzelne Abhandlungen aus den Jahren 18[illegible]–1900, 1901–1902

Schulze: Hexactinelliden [illegible]

Diels: Aristoteles qu[illegible]

Dümmler: Ruodpert's Epistola [illegible]

Vahlen: Über die [illegible]

Waldeyer: Die Kolon-[illegible]

Bemerkungen zur [illegible]

Branca und E. Fraas: Das [illegible]

[illegible] Geologie

Erman: Zaubersprüche [illegible]

Auwers: Mittlere Örter [illegible]

Dümmler: Gedächtnissrede auf [illegible]

Schmidt: Gedächtnissrede auf [illegible] Weinhold

Zimmer: Gedächtnissrede [illegible]

K. Schumann: Die Verbreitung [illegible]

F. Schaudinn: Untersuchungen [illegible]

R. Krause: Untersuchungen [illegible]

W. Dörpfeld: Das südliche Stadt[illegible]

R. Heymons: Biologische Beobachtungen [illegible]

derselben [illegible]

C. Runge und F. Paschen: Über [illegible]

H. Schäfer: Ein Bruchstück [illegible]

W. Krause: Ossa Leporis [illegible]

M. Samter und R. Heymons: Die [illegible]

von äusseren Einflüssen [illegible]

H. Virchow: Über [illegible]

N. Gaidukov: Über den Einfluss [illegible]

Sitzungsberichte der Akademie

Preis des einzelnen Jahrgangs 1882 [illegible]

Daraus besonders [illegible]

Mathematische und Naturwissenschaftliche [illegible]

Geschichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften.

Im Auftrage der Akademie [illegible] Harnack

[illegible]

Die Zweihundertjahrfeier der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften

am 19. und 20. März 1900

[illegible]

[illegible] aus den Sitzungsberichten. II. Halbjahr 1902.

[illegible] der oceanischen Salz- [illegible] XXVII . . . . *M.* 0.50
[illegible] . . . . 1.—
[illegible] der Stellung der Menschen im zoologischen System . . 0.50
[illegible] . . 0.50
[illegible] beobachteten Schwerebeschleu- [illegible] . . 0.50
[illegible] 0.50
[illegible] 1.—
[illegible] 0.50
[illegible] 0.50
[illegible] Armenpflege 0.50
[illegible] und anderen Körperzellen [illegible] 0.50
[illegible] die Rekrystallisation der Platinmetalle . . 0.50
[illegible] Ostasien. III . . . . 1.—
[illegible] an einfachen Photometern . . 0.50
[illegible] der oceanischen Salzablagerungen, ins- [illegible] XXVIII . . 0.50
[illegible] Gruppen . . 0.50
[illegible] . . . . 1.—
[illegible] des Quarzporphyrs [illegible] . . 0.50
[illegible] Spitzenentladung . . 0.50
[illegible] 1.—
[illegible] 0.50
[illegible] der oceanischen [illegible] XXIX . . 0.50
[illegible] 0.50

[illegible] aus den Sitzungsberichten. I. Halbjahr 1903.

[illegible] . . *M.* 0.50
[illegible] . . 1.—

VERZEICHNISS DER [illegible]

zu St. IV und V

J. Hab[illegible]
J. Roml[illegible]
Schmol[illegible]
M. Fr[illegible]

Abhandlungen de[illegible] Akad[illegible]

Abhandlungen [illegible] den [illegible]

Daraus [illegible]

Abhandlungen aus dem Jahre [illegible]

Daraus: Physikalische [illegible]

Mathematische [illegible]

Philosophisch[illegible]

Einzelne [illegible]

Schulze: [illegible]
Diels: Aristotelis [illegible]
Dümmler: Radbert's [illegible]
Vahlen: Über die Verschlüsse [illegible]
Waldeyer: Die [illegible]
Bemerkungen zur [illegible]
Branco und E. Fraas: [illegible] allgemeinen Geologie [illegible]
Erman: Zu [illegible]
Auwers: Mittlere Örter [illegible]
Dümmler: Gedächtnissrede auf Paul Scheffer-Boichorst [illegible]
Schmidt: Gedächtnissrede [illegible]
Zimmer: Gedächtnissrede [illegible]

K. Schumann: [illegible]
F. Schaudinn: Unters[illegible]
R. Krause: Unterst[illegible]
W. Dörpfeld: Das südliche [illegible]
R. Heymons: [illegible]
derselben [illegible]
C. Runge und F. Paschen: [illegible]
H. Schäfer: Ein Bruchstück [illegible]
W. Krause: [illegible]
M. Samuel und R. [illegible]
[illegible]
H. Virchow: Über [illegible]
N. Gaidukov: Über [illegible]

Sitzungsberichte der Akademie

Preis der einzelnen Jahrgänge [illegible]

Daraus [illegible]

Mathematische und Naturwissenschaftliche Mittheilungen [illegible]

Geschichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften.

[illegible]

Die Zweihundertjahrfeier der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften

am 19. und 20. März 1900

[illegible]

[illegible] aus den Sitzungsberichten. II. Halbjahr 1902.

[illegible] der [illegible] Sitz- [illegible] XXVI [illegible] ℳ 0,50

[illegible] 1 —

[illegible] im zoologischen System 0,50

[illegible] 0,50

[illegible] 0,50

[illegible] 0,50

[illegible] 1 —

[illegible] 0,50

[illegible] 0,50

[illegible] 0,50

[illegible] 0,50

[illegible] 0,50

[illegible] 1 —

[illegible] 0,50

[illegible] 0,50

[illegible] 0,50

[illegible] 1 —

[illegible] 0,50

[illegible] 0,50

[illegible] 1 —

[illegible] 0,50

[illegible] 0,50

[illegible] 0,50

[illegible] aus den Sitzungsberichten. I. Halbjahr 1903.

[illegible] ℳ 0,50

[illegible] 1 —

[illegible] 1 —

[illegible] 0,50

[illegible] 0,50

VERZEICHNISS DER WISSENSCHAFTLICHEN MITTHEILUNGEN

zu St. VI.

Abhandlungen der Akademie.

Einzelne Abhandlungen aus den Jahren 1899, 1900, 1901, 1902.

Sitzungsberichte der Akademie.

Akademie der Wissenschaften.

ADOLF HARNACK

Die Zweihundertjahrfeier der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften am 19. und 20. März 1900.

Sitzungsberichten. II. Halbjahr 1902

I. Halbjahr 1903.

VERZEICHNISS DER [illegible]

[illegible]

Einzelne Abhandlungen [illegible]

[illegible]

Geschichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften [illegible]

[illegible]

Die Zweihundertjahrfeier [illegible]

[illegible] Sitzungsberichten. II. Halbjahr 1902.

[illegible] der oceanischen Salz- [illegible] XXVIII [illegible] ℳ 0.50
[illegible] „ 1.—
[illegible] im zoologischen System „ 0.50
[illegible] „ 0.50
[illegible] Schwerebeschleu- [illegible] „ 0.50
[illegible] „ 0.50
[illegible] „ 1.—
[illegible] „ 0.50
[illegible] „ 0.50
[illegible] „ 0.50
[illegible] Komponenten [illegible] „ 0.50
[illegible] der Platinmetalle „ 0.50
[illegible] III „ 1.—
[illegible] an einfachen Photometern „ 0.50
[illegible] Salzablagerungen, ins- [illegible] II „ 0.50
[illegible] „ 0.50
[illegible] „ 1.—
[illegible] Untersuchung des Quarzporphyrs [illegible] 0.50
[illegible] „ 0.50
[illegible] „ 1.—
[illegible] „ 0.50
[illegible] Bildungsverhältnisse der oceanischen [illegible] XXIX [illegible] „ 0.50
[illegible] „ 0.50

Sonderabdrucke aus den Sitzungsberichten. I. Halbjahr 1903.

[illegible] ℳ 0.50
[illegible] „ 1.—
[illegible] Palazzo und Monzoni. III „ 1.—
[illegible] „ 0.50
[illegible] „ 0.50
[illegible] Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin am [illegible] „ 2.—
[illegible] kurzer Periode „ 0.50
[illegible] „ 0.50

VERZEICHNISS DER WISSENSCHAFTLICHEN MITTHEILUNGEN

zu St. VIII und IX

Harnack: [illegible] Forsch[illegible]
[illegible] Eduard S[illegible]

Abhandlungen der Akademie

Abhandlungen aus dem Jahre [illegible]
Daraus: [illegible]
„ [illegible]
Abhandlungen aus dem Jahre 190[illegible]
Daraus: Physikalische A[illegible]
„ Mathematische A[illegible]
„ Philosophisch-historische A[illegible]

Einzelne Abhandlungen aus den Jahren [illegible]

Schulze: Hexateuchfrage [illegible]
Diels: Aristotelis [illegible]
Dümmler: Radberts Epitaph[illegible]
Vahlen: Über die Versschlüsse [illegible]
Waldeyer: Die K[illegible]
Bemerkungen zur [illegible]
Branco und E. Fraas: [illegible]
allgemeinen Geologie
Erman: Zaubersprüche für [illegible]
Auwers: Mittlere Örter [illegible]
Dümmler: Gedächtnissrede auf [illegible]
Schmidt: Gedächtnissrede auf [illegible]
Zimmer: Gedächtnissrede [illegible]

K. Schumann: Die Verbreitung [illegible]
F. Schaudinn: Untersuchungen [illegible]
R. Krause: Untersuchungen [illegible]
W. Dörpfeld: Das südliche Stadtthor [illegible]
R. Heymons: Biologische B[illegible]
derselben
C. Runge und F. Paschen: [illegible]
H. Schäfer: Ein Bruchstück [illegible]
W. Krause: Ossa [illegible]
M. Samter und R. Heymons: Die V[illegible]
von äusseren Einflüssen
H. Virchow: Über [illegible]
N. Gaiduk: Über [illegible]

Sitzungsberichte der Akademie

Preis der einzelnen Jahrgänge 1882–190[illegible]
Daraus besonders: [illegible]
Mathematische und Naturwissenschaftliche [illegible]

Geschichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften.

Im Auftrage der Akademie [illegible] Harnack.

[illegible]

Die Zweihundertjahrfeier der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften am 19. und 20. März 1900.

[illegible]

[illegible] aus den Sitzungsberichten. II. Halbjahr 1902.

[illegible] der oceanischen Salz-[illegible] XXVII . . . ℳ 0.50
[illegible] . . . „ 1.—
[illegible] Menschen im zoologischen System . „ 0.50
[illegible] . „ 0.50
[illegible]
[illegible] . . . „ 0.50
[illegible] . . . „ 0.50
[illegible] . . . „ 1.—
[illegible] . . . „ 0.50
[illegible] . . . „ 0.50
[illegible] Venenpflege . . . „ 0.50
[illegible] und anderen Körperzellen
[illegible] . . . „ 0.50
[illegible] Rekrystallisation der Platinmetalle . „ 0.50
[illegible] II. . . . „ 1.—
[illegible] einfachen Photometern . „ 0.50
[illegible] der oceanischen Salzablagerungen, ins-[illegible] XXVIII . . . „ 0.50
[illegible] . . . „ 0.50
[illegible] . . . „ 1.—
[illegible] Untersuchung des Quarzporphyrs
[illegible] . . . „ 0.50
[illegible] . . . „ 0.50
[illegible] . . . „ 1.—
[illegible] . . . „ 0.50
[illegible] verhältnisse der oceanischen
[illegible] XXIX . . . „ 0.50
[illegible] . . . „ 0.50

[illegible] aus den Sitzungsberichten. I. Halbjahr 1903.

[illegible] . . . ℳ 0.50
[illegible] . . . „ 1.—
[illegible] von Predazzo und Monzoni. III . „ 1.—
[illegible] . . . „ 0.50
[illegible] . . . „ 0.50
[illegible] der Königlichen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin am
[illegible] . . . „ 2.—
[illegible] veränderlicher Stern von aussergewöhnlich kurzer Periode . „ 0.50
[illegible] . . . „ 0.50
[illegible]
[illegible] . . . „ 0.50

VERZEICHNISS DER [illegible]

zu St. X, XI und XII

Abhandlungen der Akademie

Sitzungsberichte der Akademie.

Geschichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften.

Im Auftrage der Akademie bearbeitet von Adolf Harnack.

Die Zweihundertjahrfeier der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften

[illegible]

Sonderabdrücke aus den Sitzungsberichten. II. Halbjahr 1902

[illegible] Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzablagerungen [illegible] XXVIII . . . . . . *M* 0,50
[illegible] . . . . . . 1 —
[illegible] Versuch [illegible] Frage nach der Stellung des Menschen im zoologischen System . 0,50
[illegible] 0,50
[illegible] Erklärung der beobachteten Schwerebeschleunigung [illegible] 0,50
[illegible] 0,50
[illegible] . . . . . . 1 —
[illegible] 0,50
[illegible] des [illegible] Apparats [illegible] Ohr 0,50
[illegible] Wesen und Bedeutung [illegible] Armenpflege 0,50
[illegible] Darstellung [illegible] und andere Körperzellen [illegible] 0,50
[illegible] Zerstäubung und die Rekrystallisation der Platinmetalle . 0,50
[illegible] . . . . . . 1 —
[illegible] Photometern . 0,50
[illegible] Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzablagerungen, insbesondere [illegible] 0,50
[illegible] 0,50
[illegible] 1
[illegible] petrographischen Untersuchung des Quarzporphyrs [illegible] 0,50
[illegible] den Einfluss der Temperatur auf die Spitzenentladung . 0,50
[illegible] 1
[illegible] 0,50
VAN 'T HOFF [illegible] Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzablagerungen [illegible] XXIX 0,50
[illegible] 0,50

Sonderabdrücke aus den Sitzungsberichten. I. Halbjahr 1903.

[illegible] . . . . . . *M* 0,50
[illegible] . . . . . . 1 —
J. ROMBERG [illegible] Gebieten von Predazzo und Monzoni. III. . 1 —
[illegible] 0,50
[illegible] 0,50
[illegible] der Königlichen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin am [illegible] . . . . . . 2 —
[illegible] kurzer Periode . 0,50
[illegible] 0,50
[illegible] 0,50
[illegible] 0,50
[illegible] 0,50
[illegible] 0,50
[illegible] 0,50

VERZEICHNISS DER WISSENSCHAFTLICHEN MITTHEILUNGEN

zu St. VIII

[illegible]

Abhandlungen der Akademie

Abhandlungen [illegible]

Daraus: [illegible]

Abhandlungen aus dem Jahre [illegible]

Daraus: Physikalische Abhandlungen [illegible]

Mathematische Abhandlungen [illegible]

[illegible]

Einzelne Abhandlungen aus den Jahren 1901 und 1902

BRANCO und E. FRAAS: [illegible] allgemeinen [illegible]

ERMAN: Zaubersprüche [illegible]

AUWERS: Mittlere Örter [illegible]

DÜMMLER: Gedächtnissrede [illegible]

SCHMIDT: Gedächtnissrede [illegible] Weinhold [illegible]

ZIMMER: Gedächtnissrede [illegible]

W. DÖRPFELD: Das südliche Stadtthor von Pergamon [illegible] 2.50

R. HEYMONS: Biologische [illegible] derselben [illegible]

C. RUNGE und F. PASCHEN: [illegible]

H. SCHÄFER: Ein Bruchstück [illegible]

W. KRAUSE: Ossa Leibnitii [illegible] 1

M. SAMTER und R. HEYMONS: [illegible] von äusseren Einflüssen [illegible] 2

H. VIRCHOW: Über Tetronerythrin [illegible]

N. GAIDUKOV: Über den Einfluss [illegible]

W. [illegible]

Sitzungsberichte der Akademie.

Preis der einzelnen Jahrgänge [illegible]

Daraus besonders zusammengestellt: [illegible]

Mathematische und Naturwissenschaftliche Mittheilungen [illegible]

Geschichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften.

Im Auftrage der Akademie bearbeitet von Adolf Harnack.

[illegible]

Die Zweihundertjahrfeier der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften am 19. und 20. März 1900.

[illegible] 17 [illegible]

[illegible] aus den Sitzungsberichten. II. Halbjahr 1902

[illegible]

[illegible] aus den Sitzungsberichten. I. Halbjahr 1903.

[illegible]

VERZEICHNISS

Abhandlungen

Abhandlungen aus dem Jahre

derselben

Sitzungsberichte der Akademie

Mathematische und

Geschichte

Die Zweihundertjahrfeier

[illegible] II. Halbjahr 1902.

[illegible] System [illegible] 0,50

[illegible] der Platinmetalle [illegible] 0,50

[illegible] einfacher Photometern [illegible] 0,50

[illegible] Salzablagerungen, ins- [illegible]

[illegible] des Quarzporphyrs [illegible]

[illegible] I. Halbjahr 1903.

[illegible] Predazzo und Monzoni. III [illegible] 1.—

[illegible] Arbeitsstreitigkeiten [illegible] 0,50

[illegible] Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin am [illegible] 2.—

[illegible] kurzer Periode [illegible] 0,50

[illegible]

VERZEICHNISS DER »WISSENSCHAFTLICHEN MITTHEILUNGEN« zu St. XVI, XVII und XVIII.

[illegible]

[illegible] ablagerungen. XXX [illegible]

F. Tor[illegible] [illegible]

Abhandlungen der Akademie.

Abhandlungen aus den Jahren 1899. 1900 . . . . . . ℳ 4[illegible]

Daraus: Physikalische [illegible] . . . [illegible]

» Philosophische und historische Abhandlungen . . . » 9[illegible]

Abhandlungen aus dem Jahre 1901 . . . . . . ℳ 3[illegible]

Daraus: Physikalische Abhandlungen . . . 11

» Mathematische Abhandlungen . . . » 1[illegible].50

» Philosophische und historische Abhandlungen . . . » 7

Einzelne Abhandlungen aus den Jahren 1901 und 1902.

Branco und E. Fraas: Das vulcanische Ries bei Nördlingen in seiner Bedeutung für Fragen der allgemeinen Geologie . . . . . ℳ 8 —

Erman: Zaubersprüche für Mutter und Kind . . . . . » 4

Auwers: Mittlere Örter von 570 Sternen für 1815 nach Pond's Beobachtungen 1811—1819 . . . » 15

Dümmler: Gedächtnissrede auf Paul Scheffer-Boichorst . . . . » 1

Schmidt: Gedächtnissrede auf Karl Weinhold . . . . » 1 —

Zimmer: Gedächtnissrede auf Johannes Schmidt . . . . » [illegible]

Schulze: [illegible]

Branca: Das vulcanische [illegible]

Conze: Die Kl[illegible]

W. Dörpfeld: Das südliche Stadtthor von Pergamon . . . . . ℳ 2.50

R. Heymons: Biologische Beobachtungen an asiatischen Solifugen nebst Beiträgen zur Systematik derselben . . . . . » 2.50

C. Runge und F. Paschen: Über die Strahlung des Quecksilbers im magnetischen Felde . . . » [illegible] —

H. Schäfer: Ein Bruchstück [illegible] . . . » 3.[illegible]

W. Krause: Ossa Leibnitii . . . . . » 1 —

M. Samter und R. Heymons: Die Variationen bei *Artemia salina* Leach und ihre Abhängigkeit von äusseren Einflüssen . . . . . » 2.50

H. Virchow: Über Tenon'schen Raum und Tenon'sche Kapsel . . . . » 3.[illegible]

N. Gaidukov: Über den Einfluss farbigen Lichts auf die Färbung lebender Oscillarien . . . » 3.50

W. Stieda: Über die Quellen der Handelsstatistik im Mittelalter . . . » 2.[illegible]

H. Grossmann: Die Musculatur [illegible] im Vergleich mit der [illegible] . . . » [illegible]

Sitzungsberichte der Akademie.

Preis der einzelnen Jahrgänge 1882—1902 . . . . . ℳ 12 —

Daraus besonders zusammengestellt:

Mathematische und Naturwissenschaftliche Mittheilungen 1882—1897. Preis des Jahrganges . . ℳ 8 —

Geschichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften.

Im Auftrage der Akademie bearbeitet von Adolf Harnack.

Drei Bände. — [illegible] 1900. ℳ 6[illegible].—

Die Zweihundertjahrfeier der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften am 19. und 20. März 1900.

Berlin 1900. [illegible] 171 S. [illegible] Taf. ℳ [illegible].—

Sonderabdrücke aus den Sitzungsberichten. II. Halbjahr 1902.

[illegible] Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzablagerungen [illegible] XXVIII . . . . . . ℳ 0,50
[illegible] der [illegible] . . . . . . „ 1.—
[illegible] Stellung der Menschen im zoologischen System . „ 0,50
[illegible] . . . . . . „ 0,50
[illegible] Erdoberfläche beobachteten Schwerebeschleunigung [illegible] . . . . . . „ 0,50
[illegible] . . . . . . „ 0,50
[illegible] . . . . . . „ 1.—
[illegible] . . . . . . „ 0,50
[illegible] . . . . . . „ 0,50
[illegible] Bedeutung der [illegible] Armenpflege . . . . . . „ 0,50
[illegible] Gesetzes [illegible] der Ganglienzellen und anderen Körperzellen [illegible] . . . . . . „ 0,50
[illegible] Hesse [illegible] Zerstäubung und die Rekrystallisation der Platinmetalle . „ 0,50
[illegible] Studien [illegible] III . . . . . . „ 1.—
[illegible] Versuchungen [illegible] der Lichtempfindlichkeit und an einfachen Photometern . „ 0,50
van't Hoff: Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzablagerungen, insbesondere [illegible] XXVII . . . . . . „ 0,50
[illegible] . . . . . . „ 0,50
Vahlen: über Catull's Elegie an M'Allius . . . . . . „ 1.—
[illegible] von W[illegible]: Vorstudien zu einer geologisch-petrographischen Untersuchung des Quarzporphyrs [illegible] . . . . . . „ 0,50
Warburg: über den Einfluss der Temperatur auf die Spitzenentladung . . . . . . „ 0,50
[illegible] . . . . . . „ 1.—
von Wilamowitz-Moellendorff: [illegible] . . . . . . „ 0,50
van't Hoff und W. Meyerhoffer: Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzablagerungen [illegible] XXVI . . . . . . „ 0,50
Vogel: [illegible] Doppelstern o Persei . . . . . . „ 0,50

Sonderabdrücke aus den Sitzungsberichten. I. Halbjahr 1903.

Hirschfeld: die [illegible] und das Ius Papirianum . . . . . . ℳ 0,50
Sachau: der [illegible] . . . . . . „ 1.—
J. Romberg: geologisch-petrographische Studien in den Gebieten von Predazzo und Monzoni. III. „ 1.—
Schmoller: über Organe für Einigung und Schiedssprüche in Arbeitsstreitigkeiten . . . . . . „ 0,50
M. Fränkel: Beiträge zur griechischen Epigraphik aus Handschriften . . . . . . „ 0,50
Klein: die Meteoritensammlung der Königlichen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin am [illegible] . . . . . . „ 2.—
G. Müller und P. Kempf: [illegible] Stern von aussergewöhnlich kurzer Periode „ 0,50
O. Franke und [illegible] . . . . . . „ 0,50
Harnack: [illegible] der Kirchengeschichte des Eusebius nach der neuen [illegible] . . . . . . „ 0,50
Harnack: [illegible] . . . . . . „ 0,50
F. Kötter: [illegible] des Drucks an gekrümmten Gleitflächen, eine Aufgabe aus der Lehre [illegible] . . . . . . „ 0,50
J. Hartmann: [illegible] neuen Zusammenhang zwischen Bogen- und Funkenspectren . . . . . . „ 0,50
van't Hoff: [illegible] der hydraulische [illegible] sogenannte Estrichgips . . . . . . „ 0,50
J. [illegible] des H[illegible] Übersetzung . . . . . . „ 0,50
E. Hagen und H. Rubens: über Beziehungen zwischen dem Reflexionsvermögen der Metalle und [illegible] . . . . . . „ 0,50
[illegible] der Westküste von Schleswig . . . . . . „ 0,50
[illegible] Temperatur-Umkehrungen . „ 0,50
[illegible] . . . . . . „ 0,50
[illegible] . . . . . . „ 1.—
[illegible] Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzablagerungen [illegible] XXX . . . . . . „ 0,50
[illegible] . . . . . . „ 0,50

VERZEICHNISS DER WISSENSCHAFTLICHEN MITTHEILUNGEN

zu St. XIX.

[illegible]

Abhandlungen der Akademie.

[illegible]

Einzelne Abhandlungen aus den [illegible]

[illegible] Georg[illegible]

Erman [illegible]

[illegible]

W. [illegible]

R. Heymons: [illegible]

derselben [illegible]

C. Runge und F. Paschen: [illegible]

H. Schäfer: [illegible]

W. Krause: [illegible]

M. Samter und R. Heymons: [illegible]

[illegible]

N. Gaiduk[illegible]: Über den E[illegible]

[illegible]

Sitzungsberichte der Akademie.

[illegible]

Mathematische und Naturwissenschaftliche [illegible]

Geschichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften

Im Auftrage [illegible]

[illegible]

Die Zweihundertjahrfeier der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften am 19. und 20. März 1900.

[illegible]

[illegible] II. Halbjahr 1902

[illegible]

[illegible] Bewegungsverhältnisse der oceanischen [illegible] 0.50

[illegible] 0.50

[illegible] aus den Sitzungsberichten. I. Halbjahr 1903.

[illegible] 0.50

[illegible] 1. —

[illegible] Peruzzo und Monza [illegible] III. 1. —

[illegible] 0.50

[illegible] 0.50

[illegible] Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin am [illegible] 2. —

[illegible] kurzer Periode 0.50

[illegible]

[illegible] Westküste von Schleswig [illegible]

[illegible] Temperatur-Umsetzungen [illegible] 0.50

[illegible]

VERZEICHNISS DER »WISSENSCHAFTLICHEN MITTHEILUNGEN«
zu St. XX und XIX.

Abhandlungen der Akademie.

Abhandlungen aus den Jahren 1899–1900 . . . ℳ [illegible]

Daraus: Physikalische Abhandlungen . . . ℳ 28

» Philosophische und historische Abhandlungen . . . » 9.[illegible]

Abhandlungen aus dem Jahre 1901 . . . ℳ [illegible]

Daraus: Physikalische Abhandlungen . . . 11

» Mathematische Abhandlungen . . . » 1.50

» Philosophische und historische Abhandlungen . . . » 7

Einzelne Abhandlungen aus den Jahren 1901 und 1902.

Branco und E. Fraas: Das vulcanische Ries bei Nördlingen in seiner Bedeutung für Fragen der allgemeinen Geologie . . . ℳ [illegible]

Erman: Zaubersprüche für Mutter und Kind . . . » 4

Auwers: Mittlere Örter von 570 Sternen für 1815 nach Pond's Beobachtungen 1811–1819 . . . » [illegible]

Dümmler: Gedächtnissrede auf Paul Scheffer-Boichorst . . . » 1

Schmidt: Gedächtnissrede auf Karl Weinhold . . . » 1.

Zimmer: Gedächtnissrede auf Johannes Schmidt . . . » 1

Schulze: *Caulophacus arcticus* (Armauer Hansen) und *Calycosoma gracile* F. E. Schulze sp. . . . » 2.[illegible]

Branco: Das vulcanische Vorries und seine Beziehungen zum vulcanischen Riese bei Nördlingen . . . » [illegible]

Conze: Die Kleinfunde aus Pergamon . . . [illegible]

W. Dörpfeld: Das südliche Stadtthor von Pergamon . . . ℳ 2.50

R. Heymons: Biologische Beobachtungen an asiatischen Solifugen nebst Beiträgen zur Systematik derselben . . . » 2.50

C. Runge und F. Paschen: Über die Strahlung des Quecksilbers im magnetischen Felde . . . » 3

H. Schäfer: Ein Bruchstück altägyptischer Annalen . . . » 3.50

W. Krause: Ossa Leibnitii . . . » 1.–

M. Samter und R. Heymons: Die Variationen bei *Artemia salina* Leach und ihre Abhängigkeit von äusseren Einflüssen . . . » 2.50

H. Virchow: Über Tenon'schen Raum und Tenon'sche Kapsel . . . » 3.—

N. Gaidukov: Über den Einfluss farbigen Lichts auf die Färbung lebender Oscillarien . . . » 3.50

W. Stieda: Über die Quellen der Handelsstatistik im Mittelalter . . . 2.50

H. Grönroos: Die Musculi biceps [illegible] und [illegible] der Affengattung *Hylobates* im Vergleich mit den entsprechenden Gebilden der Anthropoiden und des Menschen . . . » [illegible]

Sitzungsberichte der Akademie.

Preis der einzelnen Jahrgänge, 1882–1902 . . . ℳ 12.—

Daraus besonders zusammengestellt:

Mathematische und Naturwissenschaftliche Mittheilungen. 1882–1897. Preis des Jahrganges . . . ℳ 8.—

Geschichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften.

Im Auftrage der Akademie bearbeitet von Adolf Harnack.

Drei Bände. — Berlin 1900. — ℳ 60.—

Die Zweihundertjahrfeier der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften am 19. und 20. März 1900.

Berlin 1900. [illegible] 171 S., 6 Taf. ℳ [illegible]

[illegible] aus den Sitzungsberichten. II. Halbjahr 1902.

[illegible] über die Bildungsverhältnisse der oceanischen Salz- [illegible] des Stassfurter Salzlagers. XXVII . . . . *M.* 0.50
[illegible] der Insel Sardinien . . . . 1.—
[illegible] zur Frage nach der Stellung der Menschen im zoologischen System . 0.50
[illegible] Palastins 0.50
[illegible] beobachteten Schwerebeschleu- [illegible] 0.50
[illegible] 0.50
[illegible] Demeter . . . . 1.—
[illegible] Walther's von der Vogelweide 0.50
[illegible] Apparates am menschlichen Ohr 0.50
[illegible] Wesen und Bedeutung der neueren Armenpflege 0.50
[illegible] Ganglienzellen und anderen Körperzellen [illegible] 0.50
[illegible] Zerstäubung und die Rekrystallisation der Platinmetalle . 0.50
[illegible] aus Ostasien. III . . . . 1.—
[illegible] der Lichtdichte und an einfachen Photometern . 0.50
[illegible] Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzablagerungen, ins- [illegible] des Stassfurter Salzlagers. XXVIII 0.50
[illegible] 0.50
[illegible] Catilius Elegie an M'Allius . . . . 1.—
[illegible] Vorstudien zu einer geologisch-petrographischen Untersuchung des Quarzporphyrs [illegible] Bozen (Südtirol) 0.50
[illegible] Einfluss der Temperatur auf die Spitzenentladung 0.50
[illegible] Beiträge zur französischen Grammatik . . . . 1.—
[illegible] Alexandrinische Inschriften 0.50
[illegible] Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der oceanischen [illegible] XXIX 0.50
[illegible] Doppelstern β Persei 0.50

Sonderabdrucke aus den Sitzungsberichten. I. Halbjahr 1903.

[illegible] Monumenta des Mallius und das Ius Papirianum . . . . *M.* 0.50
[illegible] . . . . 1.—
[illegible] petrographische Studien in den Gebieten von Predazzo und Monzoni. III. . 1.—
[illegible] Einigung und Schiedssprüche in Arbeitsstreitigkeiten 0.50
[illegible] Epigramme aus Handschriften 0.50
[illegible] der Königlichen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin am [illegible] . . . . 2.—
[illegible] veränderlicher Stern von aussergewöhnlich kurzer Periode . 0.50
[illegible] 0.50
[illegible] der Kirchengeschichte des Eusebius nach der neuen [illegible] 0.50
[illegible] 0.50
[illegible] des Drucks im gekrümmter Oberflächen, eine Aufgabe aus der Lehre [illegible] 0.50
[illegible] Zusammenhang zwischen Bogen- und Funkenspectren 0.50
[illegible] 0.50
[illegible] in saidischer Übersetzung 0.50
[illegible] Reflexionsvermögen der Metalle und [illegible] 0.50
[illegible] der Dünen an der Westküste von Schleswig 0.50
[illegible] Temperatur-Umkehrungen . 0.50
[illegible] das Alter des Adamellotonalites 0.50
[illegible] der symmetrischen Gruppe . . . . 1.—
[illegible] Bildungsverhältnisse der oceanischen Salz- [illegible] XXX 0.50
[illegible] 0.50
[illegible] 0.50
[illegible] der Metalle für lange Wellen 0.50
[illegible] 0.50
[illegible] . . . . 1.—
[illegible] . . . . 1.—

VERZEICHNISS DER WISSENSCHAFTLICHEN MITTHEILUNGEN

zu St. XXII, XXIII und XXIV.

Abhandlungen der Akademie

Einzelne Abhandlungen aus den Jahren 190[illegible]

Sitzungsberichte der Akademie

Geschichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften

Im Auftrage der Akademie bearbeitet von Adolf Harnack.

[illegible]

Die Zweihundertjahrfeier der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften

am 19. und 20. März 1900

[illegible]

Sonderabdrucke aus den Sitzungsberichten. II. Halbjahr 1902.

[illegible] der Stellung der Menschen im zoologischen System . . . M. 0.50
[illegible] Dilthey [illegible] 0.50
[illegible] physischen Erdoberfläche beobachteten Schwerebeschleu-
[illegible] 0.50
[illegible] 0.50
[illegible] . . . . 1.—
[illegible] 0.50
[illegible] 0.50
[illegible] Bedeutung der inneren Arzneipflege 0.50
[illegible] des Bindegewebes in den Gangliezellen und anderen Körperzellen
[illegible] 0.50
[illegible] die Zerstäubung und die Rekrystallisation der Platinmetalle . . . 0.50
[illegible] Studien aus Ostasien. III . . . . 1.—
[illegible] Lichteinheit und an einfachen Photometern . . . 0.50
[illegible] Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzablagerungen, ins-
[illegible] XXVIII 0.50
[illegible] 0.50
[illegible] . . . . 1.—
[illegible] Untersuchung des Quarzporphyrs
[illegible] 0.50
[illegible] Einfluss der Temperatur auf die Spitzenentladung 0.50
[illegible] Beiträge zur [illegible] Grammatik . . . . 1.—
von Wilamowitz-Moellendorff: [illegible] Inschriften 0.50
van't Hoff und W. Meyerhoffer: Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der oceanischen
[illegible] XXIX 0.50
[illegible] 0.50

Sonderabdrucke aus den Sitzungsberichten. I. Halbjahr 1903.

[illegible] . . . . M. 0.50
Sachau: [illegible] Abu Bekr . . . . 1.—
[illegible] Studien [illegible] Predazzo und Monzoni. III. . . . 1.—
Schmoller: [illegible] Arbeitsstreitigkeiten 0.50
[illegible] 0.50
Kekulé: [illegible] Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin am
[illegible] . . . . 2.—
[illegible] Meyer und P. Kempf: [illegible] Sterne von aussergewöhnlich kurzer Periode . . . 0.50
[illegible] 0.50
Harnack: [illegible] Buch der Kirchengeschichte des Eusebius nach der neuen
[illegible] 0.50
[illegible] 0.50
[illegible] Aufgabe aus der Lehre
[illegible] 0.50
[illegible] Funkenspectren 0.50
[illegible] 0.50
[illegible] 0.50
[illegible] H. Rubens: [illegible] Reflexionsvermögen der Metalle und
[illegible] 0.50
[illegible] Westküste von Schleswig 0.50
[illegible] Temperatur-Umkehrungen 0.50
[illegible]

VERZEICHNISS DER [illegible]

[illegible]

Geschichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften

[illegible]

Die Zweihundertjahrfeier der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften am 19. und 20. März 1900.

[illegible]

[illegible] aus den Sitzungsberichten. II. Halbjahr 1902.

[illegible] Erdbebenartige beobachteten Schwerebeschleunigung [illegible] . . . *M* 0.50
[illegible] Pet[illegible]kieses . . . " 0.50
[illegible] . . . " 1.—
[illegible] . . . " 0.50
[illegible] . . . " 0.50
[illegible] Entstehung [illegible] und Bedeutung der neueren Armenpflege . . . " 0.50
[illegible] Gesetzes [illegible] der [illegible] und anderer Körperzellen [illegible] . . . " 0.50
[illegible] Zerstäubung und die Rekrystallisation der Platinmetalle . . . " 0.50
[illegible] aus Ostasien [illegible] . . . " 1.—
[illegible] Vergleichungen [illegible] der Lichteinheit und an einfachen Photometern . . . " 0.50
[illegible] Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzablagerungen, ins[illegible] XXVIII . . . " 0.50
[illegible] . . . " 0.50
[illegible] . . . " 1.—
[illegible] geologisch-petrographischen Untersuchung des Quarzporphyrs [illegible] Bozen [illegible] . . . " 0.50
[illegible] . . . " 0.50
[illegible] . . . " 1.
[illegible] . . . " 0.50
van't Hoff und [illegible] Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzablagerungen. [illegible] IX . . . " 0.50
[illegible] Perse . . . " 0.50

Sonderabdrücke aus den Sitzungsberichten. I. Halbjahr 1903.

[illegible] des Papinianum . . . *M* 0.50
[illegible] . . . " 1.—
J. [illegible] Gebiete von Predazzo und Monzoni. III. . . . " 1.—
[illegible] Arbeitsstreitigkeiten . . . " 0.50
[illegible] Fragmente aus Handschriften . . . " 0.50
[illegible] Königlichen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin am [illegible] . . . " 2.—
G. Müller und P. Kempf [illegible] veränderlicher Stern von aussergewöhnlich kurzer Periode . . . " 0.50
O. [illegible] und [illegible] Kr[illegible] . . . " 0.50
Harnack [illegible] der Kirchengeschichte des Eusebius nach der neuen [illegible] . . . " 0.50
Harnack [illegible] . . . " 0.50
[illegible] Gestalten, eine Aufgabe aus der Lehre [illegible] . . . " 0.50
J. H[illegible] Zusammenhang zwischen Bogen- und Funkenspectren . . . " 0.50
van't Hoff und [illegible] hydraulischen [illegible] Estrichgips . . . " 0.50
J. [illegible] Übersetzung . . . " 0.50
E. Hagen und H. Rubens [illegible] Beziehungen zwischen dem Reflexionsvermögen der Metalle und ihrem [illegible] . . . " 0.50
J. [illegible] Westküste von Schleswig . . . " 0.50
R. [illegible] Aeronautischen Observatorium über Temperatur-Umkehrungen . . . " 0.50
W. [illegible] und das Alter des Adamellotonalites . . . " 0.50
[illegible] Gruppe . . . " 1.—
van't Hoff und [illegible] Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzablagerungen. [illegible] . . . " 0.50
[illegible] . . . " 0.50
[illegible] Polypeptide . . . " 0.50
[illegible] . . . " 0.50
[illegible] . . . " 0.50
[illegible] . . . " 1.—
[illegible] . . . " 1.
[illegible] . . . " 1.—
[illegible] Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzab[illegible] . . . 0.50
[illegible] . . . 2.—
[illegible] . . . 0.50
[illegible] . . . 0.50

VERZEICHNISS DER [illegible] WISSENSCHAFTLICHEN MITTHEILUNGEN

zu St. XXXVI und XXXVII.

[illegible]

Abhandlungen [illegible]

[illegible]

Einzelne [illegible]

[illegible]

Sitzungsberichte [illegible]

[illegible]

Mathematische und Naturwissenschaftliche [illegible]

Geschichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften.

Im Auftrage [illegible]

Die Zweihundertjahrfeier der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften

am 19. und 20. März 1900.

[illegible] den Sitzungsberichten. II. Halbjahr 1902.

[illegible] . . . . . M. 0.50
[illegible] . . . . . „ 0.50
[illegible] Armenpflege . . . . . „ 0.50
[illegible] und anderen Körperzellen . . . . . „ 0.50
[illegible] Rekrystallisation der Platinmetalle . . „ 0.50
[illegible] . . . . . „ 1.—
[illegible] und an einfachen Photometern . . „ 0.50
[illegible] Salzablagerungen, ins- [illegible] . . . . . „ 0.50
[illegible] . . . . . „ 0.50
[illegible] . . . . . „ 1.—
[illegible] Untersuchung des Quarzporphyrs [illegible] . . . . . „ 0.50
[illegible] . . . . . „ 0.50
[illegible] . . . . . „ 1.—
[illegible] . . . . . „ 0.50
[illegible] Bildungsverhältnisse der oceanischen [illegible] . . . . . „ 0.50
[illegible] . . . . . „ 0.50

[illegible] den Sitzungsberichten. I. Halbjahr 1903.

[illegible] . . . . . M. 0.50
[illegible] . . . . . „ 1.—
[illegible] von Predazzo und Monzoni. III. „ 1.—
[illegible] in Arbeitsstreitigkeiten . . . . „ 0.50
[illegible] Handschriften . . . . . „ 0.50
[illegible] Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin am [illegible] . . . . . „ 2.—
[illegible] von aussergewöhnlich kurzer Periode „ 0.50
[illegible] . . . . . „ 0.50
[illegible] des Eisentons nach der neuen [illegible] . . . . . „ 0.50
[illegible] . . . . . „ 0.50
[illegible] eine Angabe aus der Lehre [illegible] . . . . . „ 0.50
[illegible] Funkenspectren . . . . „ 0.50
[illegible] . . . . . „ 0.50
[illegible] . . . . . „ 0.50
[illegible] Reflexionsvermögen der Metalle und [illegible] . . . . . „ 0.50
[illegible] an der Westküste von Schleswig . . . . „ 0.50
[illegible] Temperatur-Umkehrungen . . „ 0.50
[illegible] Alter des Adamellotonalites . . . . . „ 0.50
[illegible] . . . . . „ 1.—
[illegible] Bildungsverhältnisse der ozeanischen Salz- [illegible] . . . . . „ 0.50
[illegible] . . . . . „ 0.50
[illegible] . . . . . „ 0.50
[illegible] . . . . . „ 0.50
[illegible] . . . . . „ 0.50
[illegible] . . . . . „ 1.—
[illegible] . . . . . „ 1.—
[illegible] anisotropen Nichtleitern . . . „ 1.—
[illegible] der ozeanischen Salzab- [illegible] . . . . . „ 0.50
[illegible] . . . . . „ 2.—
[illegible] . . . . . „ 0.50
[illegible] Widerstandsmaßes [illegible] . . . . . „ 0.50
[illegible] die Bodensedimente [illegible] (hierzu Taf. I) „ 1.—
[illegible] . . . . . „ 0.50
[illegible] in Leiden . . . „ 0.50

VERZEICHNISS DER »WISSENSCHAFTLICHEN MITTHEILUNGEN« zu St. XXVIII.

Abhandlungen der Akademie.

Abhandlungen aus den Jahren 1899–1900 . . . . . . ℳ 4[illegible]

Daraus: Physikalische Abhandlungen . . . . . [illegible]

» Philosophische und historische Abhandlungen . . . [illegible]

Abhandlungen aus dem Jahre 1901 . . . . ℳ [illegible]

Daraus: Physikalische Abhandlungen . . . . ℳ 11

» Mathematische Abhandlungen . . . . . . » 1.50

» Philosophische und historische Abhandlungen . . . . » 7

Einzelne Abhandlungen aus den Jahren 1901 und 1902.

Branco und E. Fraas: Das vulcanische Ries bei Nördlingen in seiner Bedeutung [illegible] allgemeinen Geologie . . . . ℳ 8

Erman: Zaubersprüche für Mutter und Kind . . . . » 4.—

Auwers: Mittlere Örter von 570 Sternen für 1875 nach Pond's Beobachtungen 1811–1819 . . . » 1[illegible]

Dümmler: Gedächtnissrede auf Paul Scheffer-Boichorst . . . . . . » 1

Schmidt: Gedächtnissrede auf Karl Weinhold . . . . » 1.—

Zimmer: Gedächtnissrede auf Johannes Schmidt . . . . » 1

Schulze: *Caulophacus arcticus* (Armauer Hansen) und *[illegible]* F. E. Schulze . . . » 2.—

Branco: Das vulcanische Vorries und seine Beziehungen zum vulcanischen Riese bei Nördlingen . » 5.50

Conze: Die Kleinfunde aus Pergamon . . . . » [illegible].50

W. Dörpfeld: Das südliche Stadtthor von Pergamon . . . . ℳ 2.50

R. Heymons: Biologische Beobachtungen an asiatischen Solifugen nebst Beiträgen zur Systematik derselben . . . . » [illegible].50

C. Runge und F. Paschen: Über die Strahlung des Quecksilbers im magnetischen Felde . . » [illegible].—

H. Schäfer: Ein Bruchstück [illegible] . . . . . » 3.50

W. Krause: Ossa Leibnitii . . . . » [illegible]

M. Samter und R. Heymons: [illegible] von äusseren Einflüssen . . . . » [illegible]

H. Virchow: Über Tenon'schen Raum und Tenon'sche Kapsel . . . . . . » 3.

N. Gaidukov: Über den Einfluss farbigen Lichts auf die Färbung lebender Oscillarien . . » 3.5[illegible]

W. Stieda: Über die Quellen der Handelsstatistik im Mittelalter . . . . . [illegible]

H. Grönroos: Die Musculi [illegible] im Vergleich mit den [illegible] . . . . [illegible]

Sitzungsberichte der Akademie.

Preis der einzelnen Jahrgänge, 1882–1902 . . . . ℳ 12.—

Daraus besonders zusammengestellt:

Mathematische und Naturwissenschaftliche Mittheilungen. 1882–1897. Preis des Jahrganges . . ℳ 8.—

Geschichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften.

Im Auftrage der Akademie bearbeitet von Adolf Harnack.

[illegible] ℳ [illegible].—

Die Zweihundertjahrfeier der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften am 19. und 20. März 1900.

[illegible]

[illegible] aus den Sitzungsberichten. II. Halbjahr 1902.

[illegible] Wesen und Bedeutung der neueren Armenpflege . . . . *M* 0.50
[illegible] Gangliezellen und anderen Körperzellen [illegible] 0.50
[illegible] Zerstäubung und die Rekrystallisation der Platinmetalle . . 0.50
[illegible] Ostasien. III . . . . 1.—
[illegible] an der Fettfleck und an einfachen Photometern . . 0.50
[illegible] oceanischen Salzablagerungen, ins- [illegible] XXVIII 0.50
[illegible] 0.50
[illegible] . . . . 1.—
[illegible] Untersuchung des Quarzporphyrs [illegible] 0.50
[illegible] 0.50
[illegible] . . . . 1.—
[illegible] Alexandrinische Inschriften 0.50
[illegible] Bildungsverhältnisse der oceanischen [illegible] 0.50
[illegible] 0.50

Sonderabdrücke aus den Sitzungsberichten. I. Halbjahr 1903.

[illegible] Monumenta des [illegible] und das Ius Papirianum . . . . *M* 0.50
[illegible] . . . . 1.—
[illegible] Studien in den Gebieten von Predazzo und Monzoni. III. . 1.—
[illegible] Schiedssprüche in Arbeitsstreitigkeiten 0.50
[illegible] Epigraphik aus Handschriften 0.50
[illegible] Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin am [illegible] . . . . 2.—
[illegible] Sterne von aussergewöhnlich kurzer Periode . 0.50
[illegible] und die Kharosthī 0.50
[illegible] Buch der Kirchengeschichte des Eusebius nach der neuen [illegible] 0.50
[illegible] 0.50
[illegible] Gestaltflächen, eine Aufgabe aus der Lehre [illegible] 0.50
J. Hartmann [illegible] Zusammenhang zwischen Bogen- und Funkenspectren 0.50
[illegible] sogenannte Estrichgips 0.50
[illegible] in syrischer Übersetzung 0.50
[illegible] und H. Rubens [illegible] Beziehungen zwischen dem Reflexionsvermögen der Metalle und [illegible] 0.50
[illegible] an der Westküste von Schleswig 0.50
[illegible] über Temperatur-Umkehrungen . . 0.50
[illegible] und das Alter des Adamellotonalites 0.50
[illegible] der symmetrischen Gruppe . . . . 1.—
[illegible] und H. [illegible] Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der ozeanischen Salz- [illegible] 0.50
[illegible] 0.50
[illegible] Polypeptide 0.50
[illegible] das Emissionsvermögen der Metalle für lange Wellen 0.50
[illegible] Kapitel des Vendidad 0.50
[illegible] Dramen (I. II.) . . . . 1.—
[illegible] Erklärung des Papyrus Harris . . . . 1.—
[illegible] Absorption in isotropen Nichtleitern . . . 1.—
[illegible] Bildungsverhältnisse der ozeanischen Salzab- [illegible] XXXI 0.50
[illegible] . . . . 2.—
[illegible] 0.50
[illegible] Feststellung des elektrischen Widerstandsmaßes er- [illegible] 0.50
[illegible] Pflanzenwelt sowie über die Bodensedimente [illegible] Grade nördl. Breite (hierzu Taf. I) . 1.—
[illegible] Dramen. (III.) 0.50
[illegible] aus dem Papyrus I 344 in Leiden . . 0.50
[illegible] mit Perman- [illegible] 0.50

VERZEICHNISS DER »WISSENSCHAFTLICHEN MITTHEILUNGEN«

zu St. XXIX und XXX.

Seite

Frobenius: Theorie der hyperkomplexen Grössen. II . . . [illegible]

Abhandlungen der Akademie.

Abhandlungen aus den Jahren 1899–1900 . . . ℳ 4[illegible]

Daraus: Physikalische Abhandlungen . . . ℳ 28

» Philosophische und historische Abhandlungen . . . » [illegible]

Abhandlungen aus dem Jahre 1901 . . . ℳ [illegible]

Daraus: Physikalische Abhandlungen . . . ℳ 11

» Mathematische Abhandlungen . . . » 1[illegible].50

» Philosophische und historische Abhandlungen . . . » 7

Einzelne Abhandlungen aus den Jahren 1901 und 1902

Branco und E. Fraas: Das vulcanische Ries bei Nördlingen in seiner Bedeutung für Fragen der allgemeinen Geologie . . . ℳ 8.—

Erman: Zaubersprüche für Mutter und Kind . . . » 4.

Auwers: Mittlere Örter von 570 Sternen für 1815 nach Piazzi's Beobachtungen 1811–1815 . . . » 1[illegible]

Dümmler: Gedächtnissrede auf Paul Scheffer-Boichorst . . . » 1.—

Schmidt: Gedächtnissrede auf Karl Weinhold . . . » 1

Zimmer: Gedächtnissrede auf Johannes Schmidt . . . » [illegible]

Schulze: *Caulophacus arcticus* (Armauer Hansen) und *Calycosoma validum* F. E. Schulze . . . » 2

Branco: Das vulcanische Vorries und seine Beziehungen zum vulcanischen Riese bei Nördlingen . . . » [illegible]

Conze: Die Kleinfunde aus Pergamon . . . » [illegible].50

W. Dörpfeld: Das südliche Stadtthor von Pergamon . . . ℳ 2.50

R. Heymons: Biologische Beobachtungen an asiatischen Solifugen nebst Beiträgen zur Systematik derselben . . . » 2.50

C. Runge und F. Paschen: Über die Strahlung des Quecksilbers im magnetischen Felde . . . » 3.—

H. Schäfer: Ein Bruchstück altägyptischer Annalen . . . » 3.50

W. Krause: Ossa Leibnitii . . . » 1

M. Samter und R. Heymons: Die Variationen bei *Artemia salina* Leach und ihre Abhängigkeit von äusseren Einflüssen . . . » 2.50

H. Virchow: Über Tenon'schen Raum und Tenon'sche Kapsel . . . » 3.

N. Gaidukov: Über den Einfluss farbigen Lichts auf die Färbung lebender Oscillarien . . . » 3.50

W. Stieda: Über die Quellen der Handelsstatistik im Mittelalter . . . » 2.50

H. Grönroos: Die Musculi biceps brachii und latissimo-condyloideus bei der Affengattung *Hylobates* im Vergleich mit den entsprechenden Gebilden der Anthropoiden und des Menschen . . . » 5.50

Sitzungsberichte der Akademie.

Preis der einzelnen Jahrgänge 1882–1902 . . . ℳ 12.

Daraus besonders zusammengestellt:

Mathematische und Naturwissenschaftliche Mittheilungen. 1882–1897. Preis des Jahrganges . . . ℳ 8.—

Geschichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften.

Im Auftrage der Akademie bearbeitet von Adolf Harnack.

Drei Bände. — Berlin 1900. — ℳ 60.—

Die Zweihundertjahrfeier der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften am 19. und 20. März 1900.

Berlin 1900. VI u. 171 S., 6 Taf. ℳ 6

[illegible] den Sitzungsberichten. II. Halbjahr 1902.

[illegible] Rekrystallisation der Platinmetalle . . *M.* 0.50
[illegible] . . . . " 1.—
[illegible] einfachen Photometern . " 0.50
[illegible] oceanischen Salzablagerungen, ins-
[illegible] . . . . " 0.50
[illegible] . . . . " 0.50
[illegible] . . . . " 1.—
[illegible] Untersuchung des Quarzporphyrs
[illegible] . . . . " 0.50
[illegible] . . . . " 0.50
[illegible] . . . . " 1.—
[illegible] . . . . " 0.50
[illegible] Bildungsverhältnisse der oceanischen
[illegible] . . . . " 0.50
[illegible] . . . . " 0.50

[illegible] den Sitzungsberichten. I. Halbjahr 1903.

[illegible] . . . . *M* 0.50
[illegible] . . . . " 1.—
[illegible] Predazzo und Monzoni. III. " 1.—
[illegible] Arbeitsstreitigkeiten . . . . " 0.50
[illegible] . . . . " 0.50
[illegible] Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin am
[illegible] . . . . " 2.—
[illegible] aussergewöhnlich kurzer Periode " 0.50
[illegible] . . . . " 0.50
[illegible] Kirchengeschichte des Eusebius nach der neuen
[illegible] . . . . " 0.50
[illegible] . . . . " 0.50
[illegible] eine Aufgabe aus der Lehre
[illegible] . . . . " 0.50
[illegible] . . . . " 0.50
[illegible] . . . . " 0.50
[illegible] . . . . " 0.50
[illegible] Reflexionsvermögen der Metalle und
[illegible] . . . . " 0.50
[illegible] an der Westküste von Schleswig . . . . . " 0.50
[illegible] Temperatur-Umkehrungen . " 0.50
[illegible] . . . . " 0.50
[illegible] . . . . " 1.—
[illegible] der ozeanischen Salz-
[illegible] . . . . " 0.50
[illegible] . . . . " 0.50
[illegible] . . . . " 0.50
[illegible] . . . . " 0.50
[illegible] . . . . " 0.50
[illegible] . . . . " 1.—
[illegible] . . . . " 1.—
[illegible] . . . . " 1.—
[illegible] der ozeanischen Salzab-
[illegible] . . . . " 0.50
[illegible] . . . . " 2.—
[illegible] . . . . " 0.50
[illegible] und Festhaltung des electrischen Widerstandsmaasses er-
[illegible] . . . . " 0.50
[illegible] sowie über die Bodensedimente
[illegible] Grade nördl. Breite (hierzu Taf. I) " 1.—
[illegible] Drachen. (III.) . . . . " 0.50
[illegible] Papyrus I. 344 in Leiden . . . " 0.50
[illegible] Oxydation von Leim mit Perman-
[illegible] . . . . " 0.50
[illegible] . . . . " 0.50

VERZEICHNISS DER [illegible]

zu St. XXXI

HELMERT: Über die Red[illegible] [illegible]gungen auf ein [illegible]

Abhandlungen der Akademie.

Abhandlungen aus den Jah[illegible] [illegible]

Daraus: Phys[illegible] [illegible]

» Phil[illegible] [illegible]

Abhandlungen aus den Ja[illegible] [illegible]

Daraus: Physikalische [illegible]

» Mathemat[illegible] [illegible]

» Philosophisch[illegible] [illegible]

Einzelne Abhandlungen aus den Jahren [illegible]

BRANCO und E. FRAAS: [illegible] allgemeinen Geo[illegible] [illegible]

ERMAN: Zaubersprüche für M[illegible] [illegible] Ki[illegible] [illegible]

AUWERS: Mittlere Örter [illegible]

DÜMMLER: Gedächtnissrede auf PAUL SCHEFFER-BOICH[illegible] [illegible]

SCHMIDT: Gedächtnissrede auf KARL WEIN[illegible] [illegible]

ZIMMER: Gedächtnissrede auf JOHANNES SCHMIDT [illegible]

SCHULZE: *Caulophacus* [illegible] [illegible]

BRANCO: Das vulcanische Vorries und seine Beziehungen zu [illegible] Ries[illegible] [illegible]

CONZE: Die Kleinfunde aus Perg[illegible] [illegible]

W. DÖRPFELD: Das südliche Stadtthor von Perg[illegible] [illegible] 2 [illegible]

R. HEYMONS: Biologische Beobachtungen an [illegible] Beiträgen zur Syst[illegible] derselben [illegible]

C. RUNGE und F. PASCHEN: [illegible] Qu[illegible] [illegible]

H. SCHÄFER: Ein Bruchstück a[illegible] [illegible] 3 50

W. KRAUSE: Ossa Le[illegible] [illegible] 1

M. SAMTER und R. HEYMONS: Die Variationen bei [illegible] LEACH und [illegible] von äusseren Einflüssen [illegible] 2 [illegible]

H. VIRCHOW: Über [illegible] Raum und [illegible] K[illegible]se [illegible]

N. GAIDUKOV: Über den Einfluss [illegible] [illegible] 3 [illegible]

W. STIEDA: Über [illegible] M[illegible] [illegible] 2

H. GLÖNKO[illegible]: [illegible] im Vergle[illegible] [illegible]

Sitzungsberichte der Akademie

Preis der einzelnen Jahrgänge 1882–19[illegible] [illegible]

Daraus besonders zusam[illegible] [illegible]

Mathematische und Naturwi[illegible] [illegible]

Geschichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften.

Im Auftrage der Ak[illegible] [illegible] von Adolf Harnack.

[illegible]

Die Zweihundertjahrfeier der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften am 19. und 20. März 1900.

[illegible]

Sonderabdrücke aus den Sitzungsberichten. II. Halbjahr 1902.

[illegible] über die Zerstäubung und die Rekrystallisation der Platinmetalle . ℳ 0.50
[illegible] Studien aus Ostasien. III . . . . 1.—
[illegible] Verbesserungen an der Lichteinheit und an einfachen Photometern . 0.50
[illegible] über die Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzablagerungen, insbesondere des Stassfurter Salzlagers. XXVIII 0.50
[illegible] Beweis eines Satzes über endliche Gruppen 0.50
[illegible] an M'Altis . . . . 1.—
[illegible] zu einer geologisch-petrographischen Untersuchung des Quarzporphyrs [illegible] Bozen (Südtirol) 0.50
[illegible] über den Einfluss der Temperatur auf die Spitzenentladung 0.50
[illegible] Beiträge zur französischen Grammatik . . . . 1.—
[illegible] Moellendorff: Alexandrinische Inschriften 0.50
van 't Hoff und W. Meyerhoffer: Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzablagerungen. XXIX 0.50
[illegible] der spectroskopische Doppelstern o Persei 0.50

Sonderabdrücke aus den Sitzungsberichten. I. Halbjahr 1903.

[illegible] Monumenta des Matthus und das Ius Papirianum . . . . ℳ 0.50
[illegible] der erste Chalife Abu Bekr . . . . 1.—
J. Romberg: geologisch-petrographische Studien in den Gebieten von Predazzo und Monzoni. III. 1.—
Schmoller: über Organe für Einigung und Schiedssprüche in Arbeitsstreitigkeiten 0.50
M. Fränkel: Beiträge zur griechischen Epigraphik aus Handschriften 0.50
Klein: die Meteoritensammlung der Königlichen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin am [illegible] . . . . 2.—
G. Müller und P. Kempf: [illegible] veränderlicher Stern von aussergewöhnlich kurzer Periode 0.50
O. Franke und [illegible]: Kāśgar und die Kharosthī 0.50
Harnack: [illegible] Bemerkungen zum [illegible] Buch der Kirchengeschichte des Eusebius nach der neuen Ausgabe [illegible] Eduard Schwartz 0.50
Harnack: [illegible] 0.50
[illegible]: Bestimmung des Drucks an gekrümmten Gleitflächen, eine Aufgabe aus der Lehre [illegible] 0.50
J. Hartmann: [illegible] einen neuen Zusammenhang zwischen Bogen- und Funkenspectren 0.50
van 't Hoff und G. Just: der hydraulische oder sogenannte Estrichgips 0.50
A. Le Coq: der Hirt des Hermas in sadischer Übersetzung 0.50
E. Hagen und H. Rubens: über Beziehungen zwischen dem Reflexionsvermögen der Metalle und ihrem elektrischen Leitvermögen 0.50
J. Reinke: die Entwickelungsgeschichte der Dünen an der Westküste von Schleswig 0.50
R. Assmann: Beobachtungen am Aëronautischen Observatorium über Temperatur-Umkehrungen . 0.50
W. Salomon: über [illegible] Lagerungsform und das Alter des Adamellotonalites 0.50
Frobenius: über die charakteristischen Einheiten der symmetrischen Gruppe . . . . 1.—
van 't Hoff und H. Barschall: Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der ozeanischen Salzablagerungen. XXX 0.50
F. E. Schulze: über Polymorphismus von Meeresalgen 0.50
E. Fischer: Synthesen von Derivaten der Polypeptide 0.50
E. Hagen und H. Rubens: das Emissionsvermögen der Metalle für lange Wellen 0.50
K. Geldner: das achtzehnte Kapitel des Vendidad 0.50
von Wilamowitz-Moellendorff: drei Schlussscenen griechischer Dramen. (I. II.) . . . . . 1.—
Erman: zur Erklärung des Papyrus Harris . . . . 1.—
Planck: zur elektromagnetischen Theorie der selectiven Absorption in isotropen Nichtleitern . . 1.—
van 't Hoff und G. Just: Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der ozeanischen Salzablagerungen. XXXI 0.50
[illegible] Primfactoren der Gruppendeterminante. II [illegible] . . . . . . 2.—
[illegible] Maxwell'sche Theorie 0.50
[illegible] der Darstellung und Festhaltung des elektrischen Widerstandsmaßes [illegible] 0.50
[illegible] Tier- und Pflanzenwelt sowie über die Bodensedimente [illegible] dem 58. und 70. Grade nördl. Breite (hierzu Taf. I) 1.—
[illegible] griechischer Dramen. (III.) 0.50
[illegible] aus dem Papyrus I. 344 in Leiden . . 0.50
[illegible] bei Oxydation von Leim mit Permanganat [illegible] 0.50
[illegible] 0.50
[illegible] beobachteten Schwerebeschleunigung [illegible] . . . . 1.—

VERZEICHNISS DER »WISSENSCHAFTLICHEN MITTHEILUNGEN« zu St. XXXII und XXXIII.

[illegible]

Abhandlungen der Akademie.

[illegible]

Einzelne Abhandlungen [illegible]

[illegible]

Sitzungsberichte der Akademie

Preis der einzelnen Jahrgänge 1882–1902 [illegible]

Daraus besonders zusammengestellt:

Mathematische und Naturwissenschaftliche [illegible]

Geschichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften.

Im Auftrage der Akademie bearbeitet von Adolf Harnack.

[illegible]

Die Zweihundertjahrfeier der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften am 19. und 20. März 1900.

[illegible]

Sonderabdru[illegible] aus den Sitzungsberichten. II. Halbjahr 1902

F. von Wolff: [illegible] der Umgegend [illegible]

Warburg: über d[illegible]

Tobler: vermischte B[illegible]

von Wilamowitz-[illegible]

van't Hoff und W. Meyerhoffer: Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der ozeanischen Salzablagerungen. XXIX [illegible]

Vogel: der spectroskopische Doppelstern o Persei 0.50

[illegible] 0.50

Sonderabdrucke aus den Sitzungsberichten. I. Halbjahr 1903

Hirschfeld: die Monumenta des Marius und das [illegible]

Sachau: der [illegible]

J. Rombe[illegible] III [illegible]

Schmoller: [illegible]

M. Fränkel: [illegible]

Klein: die [illegible] Universität zu Berlin [illegible] 5. Febr[illegible]

G. Müller und P. Kempf: ein neuer veränderlicher Stern von aussergewöhnlich kurzer Periode

O. Fr[illegible]

Harnack: [illegible]

Har[illegible]

F. Kohlrausch: [illegible]

J. Hal[illegible]

van't Hoff und [illegible]

J. L[illegible]

F. Hagen und H. Rubens: [illegible] Beziehungen zwischen dem Reflexionsvermögen der Metalle und ihrem elektrischen Leitvermögen

J. Reinke: [illegible]

R. Assmann: [illegible] Temperatur-[illegible]

W. Salomon: [illegible]

Frobenius: [illegible]

van't Hoff und [illegible] Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der ozeanischen Salzablagerungen. XXX

[illegible] Meeresalgen [illegible]

Fischer: Synthese von Derivaten der Polypeptide

F. Hagen und H. Rubens: [illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

van't Hoff und [illegible] Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der ozeanischen Salzablagerungen. XXXI

[illegible] Gruppendeterminante. II

Frobenius: Theorie der hyperkomplexen Größen

E. Cohn: Metalloptik und Maxwell'sche Theorie

[illegible]

[illegible]

[illegible] ganaten

[illegible] Theorie der hyperkomplexen Größen. II

[illegible]

[illegible] (at. II)

van't Hoff und W. Meyerhoffer: Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der ozeanischen Salzablagerungen. XXXII

[illegible] und seine Beziehungen zu den jungen, circum-mediterranen Faltenzügen

4 28 0










SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 01298 9604